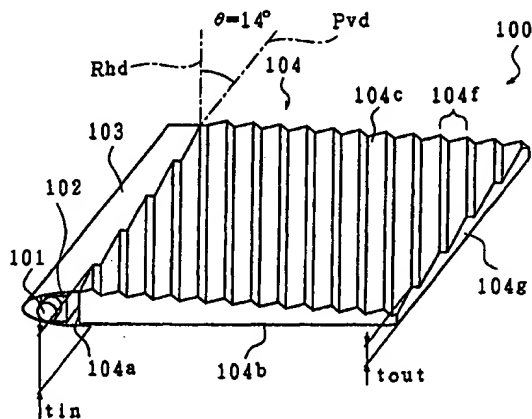




<p>(51) 国際特許分類7 F21V 8/00, G02F 1/1335</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO00/32981</p> <p>(43) 国際公開日 2000年6月8日(08.06.00)</p>					
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP99/06548</p> <p>(22) 国際出願日 1999年11月24日(24.11.99)</p> <p>(30) 優先権データ</p> <table border="0"> <tr> <td>特願平10/337456</td> <td>1998年11月27日(27.11.98)</td> <td>JP</td> </tr> <tr> <td>特願平11/38257</td> <td>1999年2月17日(17.02.99)</td> <td>JP</td> </tr> </table> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA)[JP/JP] 〒545-8522 大阪府大阪市阿倍野区長池町22-22 Osaka, (JP)</p> <p>(72) 発明者 ; および</p> <p>(75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 角田行広(SUMIDA, Yukihiro)[JP/JP] 〒639-1025 奈良県大和郡山市北西町123-1-721 Nara, (JP) 増田岳志(MASUDA, Takeshi)[JP/JP] 〒619-0224 京都府相楽郡木津町兜台1-2-10-505 Kyoto, (JP) 海老 毅(EBI, Tsuyoshi)[JP/JP] 〒631-0062 奈良県奈良市帝塚山5-12-18 Nara, (JP)</p> <p>(74) 代理人 原 謙三(HARA, Kenzo) 〒530-0041 大阪府大阪市北区天神橋2丁目北2番6号 大和南森町ビル 原謙三国際特許事務所 Osaka, (JP)</p>	特願平10/337456	1998年11月27日(27.11.98)	JP	特願平11/38257	1999年2月17日(17.02.99)	JP	<p>(81) 指定国 CA, CN, JP, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書 補正書</p>
特願平10/337456	1998年11月27日(27.11.98)	JP					
特願平11/38257	1999年2月17日(17.02.99)	JP					

(54)Title: ILLUMINATOR, ILLUMINATING DEVICE, FRONT LIGHT, AND LIQUID CRYSTAL DISPLAY

(54)発明の名称 照明装置、照明素子、フロントライトおよび液晶表示装置



**(57) Abstract**

A front light (100) and reflection liquid crystal display including a pointlike light source (101) and a light guide (104) which has an incidence face (104a) on which light from the light source (101) is incident and an emergence face (104b) from which the light incident on the incidence face is emergent. The light from the light source (101) is a linear beam at least when the light is incident on the incidence face (104a). The light is free from shade from the light source (101), the moiré fringes and uneven brightness distribution. Therefore, the front light (100) provides bright illumination, can be produced at low cost, and operates with small power consumption, and a reflection liquid crystal display having such a front light is provided.

## (57)要約

本発明のフロントライト(100) および反射型液晶表示装置は、点状発光源(101) と、該点状発光源(101) からの光が入射する入射面(104a)および該入射した光が出射する出射面(104b)を備える導光体(104) とで構成されてなり、点状発光源(101) からの光は、少なくとも導光体(104) に備えられた入射面(104a)に入射する際には線状発光状態である。これにより、点状発光源(101) からの影やモアレ縞の発生、輝度の明暗差などがなく、明るく、低価格、低消費電力を実現することが可能なフロントライト(100) および反射型液晶表示装置を提供する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	DM ドミニカ	KZ カザフスタン	RU ロシア
AL アルバニア	EE エストニア	LC セントルシア	SD スーダン
AM アルメニア	ES スペイン	LI リヒテンシュタイン	SE スウェーデン
AT オーストリア	FI フィンランド	LK スリ・ランカ	SG シンガポール
AU オーストラリア	FR フランス	LR リベリア	SI スロヴェニア
AZ アゼルバイジャン	GA ガボン	LS レソト	SK スロヴァキア
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB 英国	LT リトアニア	SL シエラ・レオネ
BB バルバドス	GD グレナダ	LU ルクセンブルグ	SN セネガル
BF ベルギー	GE グルジア	LV ラトヴィア	SZ スワジランド
BG ブルガリア	GH ガーナ	MA モロッコ	TD チャード
BJ ベナン	GM ガンビア	MC モナコ	TG トーゴ
BR ブラジル	GN ギニア	MD モルドヴァ	TJ タジキスタン
BY ベラルーシ	GW ギニア・ビサウ	MG マダガスカル	TZ タンザニア
CA カナダ	GR ギリシャ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TM トルクメニスタン
CF 中央アフリカ	HR クロアチア	共和国	TR トルコ
CG コンゴ	HU ハンガリー	マリ	TT トリニダード・トバゴ
CH スイス	ID インドネシア	ML モンゴル	UA ウクライナ
CI コートジボアール	IE アイルランド	MN モリタニア	UG ウガンダ
CM カメルーン	IL イスラエル	MR マラウイ	US 米国
CN 中国	IN インド	MW メキシコ	UZ ウズベキスタン
CR コスタ・リカ	IS アイスランド	NE ニジェール	VN ヴイエトナム
CY キューバ	IT イタリア	NL オランダ	YU ユーゴスラビア
CZ チェコ	JP 日本	NO ノールウェー	ZA 南アフリカ共和国
DE ドイツ	KE ケニア	NZ ニュージーランド	ZW ジンバブエ
DK デンマーク	KG キルギスタン	PL ポーランド	
	KP 北朝鮮	PT ポルトガル	
	KR 韓国	RO ルーマニア	

## 明 細 書

照明装置、照明素子、フロントライトおよび液晶表示装置

## 技術分野

本発明は、情報表示システムやOA機器などの画像表示に用いられる  
5 薄型、軽量、低消費電力である液晶表示装置（例えば、反射型液晶表示  
装置や透過型液晶表示装置など）と、その表示品位を低下させることな  
く効率よく照明することのできる照明装置（例えば、フロントライトや  
バックライトなど）およびそれに用いる照明素子に係り、特に、照明装  
置を備えた液晶表示装置の薄型、軽量、低消費電力の特徴を損なうこと  
10 無く、効率良く照明することができるフロントライト、およびこれを用  
いた液晶表示装置に関する。

## 背景技術

液晶表示装置(Liquid Crystal Display)は、CRT(Cathode Ray  
15 Tube)、PDP(Plasma Display Panel)、あるいはEL(Electro  
Luminescence)といった他の表示装置とは異なり、液晶そのものは発光  
せずに、特定の光源から照射された光の透過光量、あるいは反射光量を  
調節、制御することによって文字や画像を表示するものである。

このような従来の液晶表示装置は、透過型の液晶表示装置と反射型の  
20 液晶表示装置とに大別することができる。

まず、透過型の液晶表示装置は、光の入射側と出射側とに偏光板が配  
置されており、入射側の偏光板を介して入射した直線偏光の偏光状態を

液晶層で変調し、出射側の偏光板を透過する光量を制御することにより画像を表示している。したがって、透過型の液晶表示装置の光の入射側には、液晶表示装置を後方（入射側）から照明するバックライトと呼ばれる照明手段である蛍光管やELなどの発光源が配置されているのが一般的である。

一方、反射型の液晶表示装置は、1枚の偏光板と反射板とを備えており、この偏光板を介して入射した直線偏光が反射板で反射され、再び偏光板に到達する過程で、前記直線偏光の偏光状態が液晶層で変調されることによって偏光板を出射する光量が制御されている。したがって、周囲光を利用して表示を行うことが可能であるため、上述したようなバックライトを必要とせず、軽量、薄型、低消費電力を実現することができるという特徴を有するものである。

さらに、直射日光の当たるような非常に明るい環境下においては、発光型の表示装置や透過型の液晶表示装置が画像の視認性を著しく低下させてしまうのに対して、反射型の液晶表示装置は、より鮮明に画像を視認することが可能であるという特徴をも有するものである。

このため、反射型の液晶表示装置は、近年益々需要が高まっており、携帯情報端末やモバイルコンピュータなどに数多く適用される傾向にある。

しかしながら、このような反射型の液晶表示装置は、以下のような問題点も有している。すなわち反射型の液晶表示装置は、上述したように周囲光を表示に利用するため、表示輝度が周囲環境に依存する度合いが非常に高く、夜間などの暗い環境下では表示を十分に認識することができない。特に、画像のカラー化のためにカラーフィルターを用いた反射



型の液晶表示装置や、偏光板を用いた反射型の液晶表示装置では、上述したような問題は大きく、十分な周囲光が得られない場合には、補助照明手段が必要になる。

ところが、反射型の液晶表示装置の背面には、金属薄膜などにより形成された反射板が配置されているため、透過型の液晶表示装置に用いられるバックライトを反射型の液晶表示装置の照明手段として適用することは不可能である。

そこで、周囲が暗い場合の補助照明手段として、反射型の液晶表示装置を前方から照明する方法が幾つか提案されている。

この場合においても、軽量、薄型、低消費電力という反射型液晶表示装置の利点を維持するために、用いられる補助照明手段としては、低消費電力であり、かつ軽量、小スペースであることが求められる。

例えば、補助照明手段の光源に蛍光管を用いた場合では、蛍光管を発光させるために高周波電力が必要となる。ところが、特に携帯機器などは、電源としてバッテリーなどの直流電源を備えているため、直流電力を交流電力に変換するためのインバータが必要になる。このため、消費電力が増大するとともに、高周波電源を配置するスペースが必要となり、低消費電力化、軽量化およびコンパクト化を図ることが困難になる。

これに対して、補助照明手段の光源にLEDなど直流電力によって発光が可能な光源を用いた場合では、インバータを省くことが可能であるため、低消費電力化、軽量化および小スペース化を図るうえで有利である。

このような補助照明手段としては、例えば日本国公開特許公報「特開平10-260405号公報（公開日1998年9月29日）」やアメ

リカ合衆国特許「特許番号 5, 506, 929 (Ping-Kaung Tai Clio Technologies Inc.) (発行日 1996 年 4 月 9 日)」などに記載されている照明システムを用いることができる。これらには、点状発光源を効率良く線状発光状態に変換する手段と、この変換手段と導光体とを組み合わせた照明システムが開示されている。

また、アメリカ合衆国特許「特許番号 5, 608, 550 (発行日 1997 年 3 月 4 日)」には、点状発光源からの光を分布よく線状発光状態に変換し、変換された線状発光状態の光を、面状導光体の表面に対して傾斜して入射させることで面状発光状態に変換する補助照明システムが開示されている。

このような照明システムは、複数の点状発光源を導光体端面に配置した場合に比べて、光源数を減少させることができるため、安価な補助照明システムを提供することができるという利点を有しており、また、複数の点状発光源を導光体の端面に配置した場合に生じる輝度の明暗差を低減することができるという利点を有することも推察できる。

ここで、液晶表示装置のための照明システムに必要とされる条件は、次の通りである。液晶表示装置では、液晶表示素子を照明することにより表示を行うため、液晶表示素子に形成された画素領域（表示画面）をムラ無く均一に、かつ明るく照明することが好ましい。このような照明を行うためには、まず、点光源から出射された点状発光の光を、分布よく、かつ効率よく線状発光状態に変換する必要がある。つまり、線状発光状態に変換された光は、その発光状態において、線方向に対する輝度ムラができる限り小さいものであり、かつ点光源からの光が効率よく利

用されることによりその出射輝度が明るいものであることが求められる。

特に、補助照明手段をフロントライトとして使用する場合、線状発光状態を面状発光状態に変換する必要がある、ここで変換された面状発光の光は表示品位に悪影響を与えないことが求められる。例えば、線状発光状態を面状発光状態に変換するための面状導光体に形成された構造物と液晶表示素子に形成された画素との干渉により発生するモアレ縞は、表示品位に著しく悪影響を与えるため、その発生を防止することが求められる。

このためには、液晶表示素子と面状導光体との配置関係などを考慮したうえで、点状発光の光を線状発光状態に変換するための線状導光体から出射する光を面状導光体に適したものにすることが好ましい。そして、点状発光の光を分布よく、効率よく線状発光状態、さらに面状発光状態に変換することが重要である。

しかしながら、上述したような補助照明手段は、以下に示すような種々の問題を有している。

まず、上記日本国公開特許公報「特開平 1 0 - 2 6 0 4 0 5 号公報」に記載された照明システムでは、点状発光源を線状発光に変換して面状導光体へ入射させることが開示されているものの、その線状発光の状態（例えば、出射方向や分布など）に関しては、何ら具体的な開示も示唆もなされていない。このことは、次に説明する上記アメリカ合衆国特許「特許番号 5, 5 0 6, 9 2 9」も同様である。

ここで、上記アメリカ合衆国特許「特許番号 5, 5 0 6, 9 2 9」に記載されている照明システムの例を図 4 2 (a) に示す。

この照明システムは、図 4 2 (a) に示すように、点状発光源 2 1 0

1の近傍に導光体2102を配置した構成となっており、この導光体2102は、伝搬部2102bにより角度に制限を受けた入射光を線状発光状態に変換し、出射面2102cより出射することで導光体2104へ導く働きを成している。そして、この結果、入射光が導光体2104により面状の発光状態に変換されて、図示しない反射型表示装置を照明することが可能となっている。

しかしながら、このような構成の照明システムでは、導光体2102の出射端面2102cの長さで導光体2104の入射端面2104aの有効発光長さとがほぼ等しくして配置されているため、表示画面を観察した際に、導光体2104の入射端面コーナー部分には十分に光が入射せず、図42(b)示すような影2103が発生してしまい、この影の発生により表示品位が低下してしまうという問題を有している。

また、補助照明が非点灯時には、導光体2104に形成された周期構造2104fと、反射型液晶表示装置に形成された画素の繰り返し方向(図示せず)とが互いに干渉してモアレ縞が発生し、このモアレ縞の発生により表示品位が著しく低下してしまうという問題も有している。

さらに、上述したような照明システムにおける導光体2104の入射端面2104aに複数の点状発光源2101を直接配置した場合には、複数の点状発光源2101から発した入射光が導光体2104中を直接伝搬するため、点状発光源2101の数に応じた輝線が発生してしまい、このため表示画面輝度に明暗差が生じて表示品位が著しく低下してしまうという問題をも有している。

また、上記アメリカ合衆国特許「特許番号5,608,550」に記載された照明システムでは、フロントライトの非点灯時、すなわち周囲

光（あらゆる方向から入射する外光）だけで表示を行う場合、画像のボケやモアレ縞が発生し、表示品位が低下する。また、上記照明システムでは、面状導光体の表面に対して傾斜して光を入射させるため、面状導光体方向へ出射される光以外は利用されず、光利用効率の悪化を招来する。

さらに、上記照明システムでは、明るさを向上するために点状発光源を複数配置する場合、例えば点状発光源を線状導光体の両端にそれぞれ配置する場合では、点状発光源からの光は不均一な線状発光状態に変換されることになる。これに対して、上記公報等の開示されている線状導光体を2本対称に配置することで、分布のよい線状発光状態を得ることも推測されるが、この構成では、光源部が大きくなり、携帯性が損なわれるとともにコストが増大することが予想される。

また、上記のいずれの公報等においても、線状導光体における光の利用効率に関する検討が十分なされていない。そのため、線状導光体での光のロスが大きく、照明システム全体の光利用効率の低下を招来する。

具体的には、上記各公報等の開示された技術では、線状発光状態における光の分布の均一性を維持しつつ、線状発光状態への変換を担う反射面を十分大きく形成することが困難である。そのため、線状導光体から適切な方向へ出射される光の光量が少なく、面状導光体における面状発光に寄与する光の量が少なくなり、光利用効率の低下を招来する。

以上のように、従来では、光源からの影やモアレ縞の発生、輝度の明暗差などがなく、明るく、低価格、低消費電力を実現することが可能な照明装置および液晶表示装置が求められている。

## 発明の開示

本発明は、上記の各問題点に鑑みなされたものであって、その目的は、光源を必要とする画像表示装置の表示品位を向上させることにある。より具体的には、低消費電力、小スペースを維持し、かつ、表示素子と組み合わせた際に、画質に悪影響を及ぼすモアレ縞などの発生を防止しつつ、光源からの光を、分布よく、かつ、効率よく線状発光状態および面状発光状態に変換することで表示素子を均一で明るい光により照射することができる照明装置（例えば、フロントライトやバックライトなど）およびそれに用いる照明素子を提供する。また、さらに、これらを用いた液晶表示装置（例えば、反射型液晶表示装置や透過型液晶表示装置など）を提供する。

本発明の照明装置は、上記の目的を達成するために、出射光により画像表示素子の画素を照明するための照明装置において、光源部からの光を線状発光状態に変換する線状導光体と、前記線状導光体からの光を面状発光状態に変換して出射するための周期構造が形成された面状導光体とを備え、前記線状導光体からの光が、前記線状導光体の出射面の法線方向を基準として、前記周期構造の周期方向に垂直な方向側にある第1の出射方向に輝度のピーク値を示す構成である。

また、さらに、前記第1の出射方向は、前記面状導光体内において前記周期方向に垂直な方向に光を進行させる方向であることが望ましい。

上記の構成では、点状発光源などの光源部からの光を線状発光状態に変換する線状導光体は、その出射面の法線方向を基準として、面状導光体における周期方向に垂直な方向側にある第1の出射方向に輝度のピーク値を示すものである。さらに、好ましくは、第1の出射方向は、この

方向に出射された光が、面状導光体内において周期方向に垂直な方向に進むように設定されているものである。

ここで、面状導光体においては、周期構造に対して、より垂直方向に近い角度で入射する光を、効率よく面状発光状態に変換することができる。そして、光が効率よく面状発光状態に変換されることで、画像表示素子が有効に照射されることになり、明るい画像表示が可能となる。

したがって、上記の構成では、光源部として直流電源で容易に発光させることが可能な点状発光源などを用いた場合であっても、光源部からの光を面状発光状態に効率よく変換することができるため、明るい光によって効率よく画像表示素子を照明することができる。

その結果、上記の構成では、低消費電力、小スペースを維持しつつ、明るい光により画像表示素子を照明する照明装置を提供することができる。そして、この照明装置を用いて画像表示装置を形成することにより、表示画像の画質の向上を図ることが可能になる。

本発明の照明装置は、さらに、前記周期構造の周期方向が、前記画素の繰り返し方向に対して傾斜している構成である。

上記の構成では、線状発光状態の光を面状発光状態に変換する面状導光体に形成された周期構造が、この照明装置により照射されるべき画像表示素子の画素の繰り返し方向に対して傾斜して配置されている。このため、周期構造と画素とが干渉することによって生じるモアレ縞の発生を防止することが可能になる。その結果、画像表示装置におけるモアレ縞の発生を防止し、表示画像の画質の向上を図ることが可能になる。

本発明の照明装置は、さらに、前記線状導光体からの光が、前記第1の出射方向とは異なる第2の出射方向に、輝度のピーク値を示すことが

望ましい。

また、さらに、前記第 1 の出射方向と前記第 2 の出射方向とが、前記線状導光体の出射面の法線方向に対して対称であることが望ましい。

上記の構成では、第 1 の出射方向に出射されて面状導光体内を伝搬する光が直接照射する領域以外の領域を、第 2 の出射方向に出射されて面状導光体内を伝搬する光によって補助的に照射することができる。これにより、面状導光体から出射される面状発光状態の光の輝度分布をより均一にすることができる。

特に、第 1 の出射方向と第 2 の出射方向とが対称になるように設定されていると、第 2 の出射方向に出射され、面状導光体の側面で反射された光が、第 1 の出射方向に出射された光とほぼ同じ方向に面状導光体内を伝搬することになり、上記と同様にして効率よく面状発光状態に変換されることになる。

本発明の照明装置は、さらに、前記線状導光体から前記第 1 の出射方向に出射される光の、前記線状導光体の線方向における輝度分布が、輝度の最大値と最小値との比率において 3 以下であることが望ましい。

あるいは、さらに、前記線状導光体から前記第 2 の出射方向に出射される光の、前記線状導光体の線方向における輝度分布が、輝度の最大値と最小値との比率において 3 以下であることが望ましい。

上記の構成では、面状導光体へ、輝度分布が 3 以下である線状発光状態の光を入射させる。これにより、面状導光体から出射される面状発光状態の光の輝度分布がより均一になる。したがって、この面状導光体からの均一な光で画像表示素子を照明することで、表示ムラが少なく高画質な画像表示を行うことができる。



本発明の照明装置は、さらに、前記面状導光体に形成された周期構造の周期方向が、前記画素の繰り返し方向に対してなす角度が $10^{\circ}$ 以上、 $80^{\circ}$ 以下であることが望ましい。

上記の構成では、モアレ縞の発生を防止する効果が特に有効であり、  
5 表示画像の画質をより向上させることができる。

本発明の照明装置は、さらに、前記線状導光体において、その出射面に対向する面には、伝搬部と反射部とが繰り返し形成されることが望ましい。

上記の構成では、前記線状導光体が光の出射面と、該出射面に対向する面とを備えている。そして、その出射面に対向する面に、伝搬部と反射部とを交互に繰り返し形成していることにより、光源（例えば、点状発光源）から発した入射光を複数の反射部で反射し、線状発光状態に変換して出射させることができ、前記面状導光体へ有効に光を入射させることができる。

15 また、伝搬部により、光源から発した入射光を線状導光体の線方向に効率よく伝搬させることができるため、光の利用効率を高め、線状発光状態の輝度の均一化を図ることができる。

本発明の照明装置における前記線状導光体の周辺には、拡散反射シートが配置されることが望ましい。

20 上記の構成では、前記線状導光体の周辺に拡散反射シートを配置していることにより、該線状導光体に形成された出射面以外から出射する漏れ光を拡散反射シートにより拡散反射することができ、これにより前記面状導光体へ有効に光を入射させることができ、より光の利用効率を向上させることができる。

本発明の照明装置は、さらに、前記線状導光体に光を入射させる光源部を備え、前記光源部と前記線状導光体との間には、光学的マッチング手段が配置されることが望ましい。

上記の構成では、前記光源部と前記線状導光体との間を光学的にマッチングさせることにより、空気層を介して光源部（例えば、点状発光源）と線状導光体とを配置した場合に発生する界面反射を低減させることができ、入射光の損失を低減させることができる。

本発明の照明装置における前記光学的マッチング手段は、屈折率  $n$  が 1.4 以上 1.7 以下の接着樹脂であることが望ましい。

上記の構成では、上述した光学的マッチングを屈折率  $n$  が 1.4 以上 1.7 以下の接着樹脂を用いて実現することにより、安価で生産性に優れ、光源から十分な出射光量を線状導光体に導くことができる光学的マッチング手段を提供することができる。

本発明の照明装置における前記線状導光体は、出射面の厚さ  $t_2$  が前記面状導光体の入射面の厚さ  $t_1$  とほぼ等しくなるように形成されるとともに、該線状導光体の側端面と出射面の法線方向との成す角度  $\theta_5$  が、 $0^\circ < \theta_5 \leq 20^\circ$  の範囲を満たすことが望ましい。

上記の構成では、前記線状導光体の出射面の厚さ  $t_2$  と前記面状導光体の入射面の厚さ  $t_1$  とをほぼ等しく形成し、該線状導光体の側端面と出射面の法線方向との成す角度  $\theta_5$  を  $0^\circ < \theta_5 \leq 20^\circ$  の範囲内でテーパ処理することにより、前記光源部（例えば、点状発光源）から発した入射光を有効に該線状導光体に入射させることができるとともに、該面状導光体の入射面に効率良く入射させることができ、明るい照明装置を提供することができる。

つまり、前記線状導光体を、その出射面に垂直な面で切断したときの切り口が、出射面側から出射面に対向する面側に向かって広がるテーパ形状をなしていることが望ましい。

これにより、光源部として、面状導光体の入射面の厚さより大きい直径を有する光源を用いた場合でも、光源部からの光を効率的に線状導光体に入射させることができるとともに、面状導光体の入射面に効率良く入射させることができる。

そして、さらに、前記切り口において、テーパ形状をなす側面が前記線状導光体の出射面の法線方向となす角度が、 $0^{\circ}$  より大きく、 $20^{\circ}$  以下であることが望ましい。

これにより、線状導光体におけるテーパ形状をなす側面に達する光が、この面で全反射されやすくなるために外部に漏れにくくなり、光の利用効率が向上される。

本発明の照明装置は、さらに、前記線状導光体の入射面には、前記光源部（例えば、点状発光源）からの光を該線状導光体に形成された周期構造の方向に反射する反射面が形成されることが望ましい。

上記の構成では、前記線状導光体の入射面に、前記光源部（例えば、点状発光源）からの入射光を線状導光体に形成された周期構造方向（周期方向）に反射する反射面を形成することにより、複数の点状発光源を配置することが可能となり、より明るい照明装置を提供することができる。

本発明の照明装置は、さらに、前記面状導光体における入射面の長さを  $L_1$ 、前記線状導光体における出射面の長さを  $L_2$  としたときに、 $0 \text{ mm} < (L_2 - L_1) \leq 10 \text{ mm}$  の範囲を満たすことが望ましい。

上記の構成では、前記面状導光体における入射面の長さを $L_1$ 、前記線状導光体における出射面の長さを $L_2$ としたときに、 $0\text{ mm} < (L_2 - L_1) \leq 10\text{ mm}$ の範囲を満たすように構成することにより、面状導光体入射面のコーナー部分へ有効に光を入射させることができ、導光体コーナー部分からの影の発生を防止して、携帯性を損なわずに品位の高い照明装置を実現することが可能になる。

本発明の照明装置は、さらに、前記面状導光体に形成された周期構造の周期方向と前記画素の繰り返し方向とのなす角度を $\theta$ 、前記面状導光体における入射面の長さを $L_1$ 、前記線状導光体における出射面の長さを $L_2$ 、前記面状導光体の入射面と前記線状導光体の出射面との距離を $g$ としたときに、 $g \times \tan \theta \leq (L_2 - L_1) \leq 10\text{ mm}$ の範囲を満たすことが望ましい。

上記の構成では、前記面状導光体に形成された周期構造の周期方向が、前記画素の繰り返し方向に対してなす角度を $\theta$ 、前記面状導光体における入射面の長さを $L_1$ 、前記線状導光体における出射面の長さを $L_2$ 、前記面状導光体の入射面と前記線状導光体の出射面との距離を $g$ としたときに、 $g \times \tan \theta \leq (L_2 - L_1) \leq 10\text{ mm}$ の範囲を満たすことにより、入射面のコーナー部分に有効に光を入射させることができ、導光体コーナー部分からの影の発生を防止して表示品位の向上に寄与する照明装置を実現することが可能になる。

本発明の照明装置は、さらに、前記面状導光体に形成された周期構造の周期方向と前記画素の繰り返し方向とのなす角度を $\theta$ 、前記面状導光体の屈折率を $n$ としたときに、前記線状導光体から出射する光の角度 $\theta_1$ は、 $\theta_1 = \sin^{-1}(n \times \sin \theta)$ 、または $-\theta_1$ の角度方向には

ばピーク値を持つように出射することが望ましい。

上記の構成では、前記面状導光体に形成された周期構造の周期方向と前記画素の繰り返し方向とのなす角度を $\theta$ 、前記面状導光体の屈折率を $n$ としたときに、前記線状導光体から出射する光の角度 $\theta_1$ は、 $\theta_1 = \sin^{-1}(n \times \sin \theta)$ 、または $-\theta_1$ の角度方向にほぼピーク値を持つように出射することにより、面状導光体に形成された周期構造（伝搬部と反射部）に有効に光を入射させることができ、より明るい照明装置を実現することが可能になる。

本発明の照明装置は、さらに、前記面状導光体に形成された周期構造の周期方向と前記面状導光体の入射面とがなす角度を $\theta$ 、前記面状導光体の屈折率を $n$ としたときに、前記線状導光体の出射面の法線方向と前記第1の出射方向とがなす角度が $\sin^{-1}(n \times \sin \theta)$ であることが望ましい。

上記の構成では、第1の出射方向から出射された光が、面状導光体内において面状導光体に形成された周期構造の周期方向に垂直な方向に進むことになる。したがって、上述の理由により、線状導光体からの光を効率よく面状発光状態に変換することができ、明るい画像表示が可能となる。

本発明の照明装置は、上記の目的を達成するために、光源部と、該光源部からの光が入射する入射面を備え、該入射面に入射する線状発光状態の光を面状発光状態に変換する面状導光体とで構成される照明装置において、少なくとも一部が前記光源部に対向し、少なくとも一部が前記面状導光体の入射面に対向して設けられ、前記光源部からの光を線状発光状態に変換する面状の変換手段を含む構成である。

上記の構成では、少なくとも一部が光源部と面状導光体の入射面とに  
対向する面状の変換手段によって、光源部からの光が線状発光状態に変  
換されて面状導光体に入射される。そして、面状導光体に入射した光が、  
面状導光体によって面状発光状態に変換される。

5       ここで、光源部は、面状の変換手段に対向して配置されているため、  
光源部として、例えば点状発光源を用いる場合などでは、装置の大型化  
や構造の複雑化を避けつつ、光源数を増加させることができる。

したがって、照明装置の光量の増加を容易に図ることができる。その  
結果、本照明装置を用いて画像表示装置を形成することにより、表示画  
10       像が明るい画像表示装置を提供することが可能になる。

なお、面状の変換手段としては、例えば拡散反射シートや反射板など  
を用いることができる。

本発明の照明装置は、さらに、前記光源部は、少なくとも1つ以上の  
点状発光源により構成されてなり、前記変換手段は、前記点状発光源の  
15       近傍に配置された拡散手段であることが望ましい。

上記の構成では、前記光源部は、少なくとも1つ以上の点状発光源に  
より構成されてなり、該点状発光源からの光は、該点状発光源の近傍に  
配置された拡散手段により、前記面状導光体の入射面に入射する過程で  
線状発光状態に変換されることにより、構成する部品点数を削減するこ  
20       とができ、安価な照明装置を提供することができるとともに、点状発光  
源からの入射光が拡散されるため、輝度の明暗差が少ない照明装置を実  
現することが可能になる。

本発明の照明装置は、さらに、前記少なくとも1つ以上の点状発光源  
は、前記面状導光体に形成された入射面下面に配置されるとともに、前

記面状導光体を介して前記拡散手段と対向しており、前記点状発光源と前記拡散手段との距離  $L$  と面状導光体の入射面の厚さ  $t_e$  は、 $0 \leq (L - t_e) \leq 10 \text{ mm}$  の範囲を満たすことが望ましい。

上記の構成では、前記少なくとも1つ以上の点状発光源が、前記面状導光体に形成された入射面下面に配置されるとともに、該光源と前記拡散手段との距離  $L$  と面状導光体の入射面の厚さ  $t_e$  が、 $0 \leq (L - t_e) \leq 10 \text{ mm}$  の範囲を満たすことにより、携帯性を損なうことなく点状発光源からの入射光を光量変化の少ない状態で拡散させることができ、輝度の明暗差が少なく明るい照明装置を実現することが可能になる。

本発明の照明装置は、さらに、前記少なくとも1つ以上の点状発光源は、前記面状導光体に形成された入射面下面に配置されており、前記点状発光源から光が出射する向きは、前記面状導光体の入射面の法線方向において、前記面状導光体の内部から外部へ向かう向きに設定されており、前記点状発光源と前記拡散手段との距離  $L'$  は、 $0 \leq L' \leq 10 \text{ mm}$  の範囲を満たすことが望ましい。

上記の構成では、前記少なくとも1つ以上の点状発光源が、前記面状導光体に形成された入射面下面に配置されるとともに、前記点状発光源から光が出射する向きは、前記面状導光体の入射面の内部から外部へ向かう向きに設定されており、該光源と前記拡散手段との距離  $L'$  は、 $0 \leq L' \leq 10 \text{ mm}$  の範囲を満たすことにより、携帯性を損なうことなく点状発光源からの入射光を光量変化の少ない状態で拡散させることができ、輝度の明暗差が少なく明るい照明装置を実現することが可能になる。

本発明の照明装置は、さらに、前記光源部は、少なくとも1つ以上の点状発光源により構成されてなり、該点状発光源は、前記面状導光体の

入射面と対向する面に配置されてなり、前記変換手段は、前記面状導光体の入射面に配置された拡散手段であることが望ましい。

上記の構成では、前記少なくとも1つ以上の点状発光源は、前記面状導光体の入射面と対向する面に配置されてなり、前記拡散手段は、前記面状導光体の入射面に配置されていることにより、複数の点状発光源からの光をより効率良く拡散させることができるため、さらに輝度の明暗差が少ない照明装置を実現することが可能になる。

本発明の照明装置は、さらに、前記光源部は、少なくとも1つ以上の点状発光源により構成されてなり、該点状発光源は、前記面状導光体の入射面と対向する面に配置されてなり、前記変換手段は、前記面状導光体の入射面に配置された反射手段であることが望ましい。

上記の構成では、前記少なくとも1つ以上の点状発光源は、前記面状導光体の入射面と対向する面に配置されてなり、該面状導光体の入射面には反射手段が形成されていることにより、複数の点状発光源からの光を面状導光体入射面において効率良く広げることができ、輝度の明暗差が少なく明るい照明装置を実現することが可能になる。

本発明の照明装置は、さらに、前記光源部を構成する少なくとも1つ以上の点状発光源は、LED素子により形成されていることが望ましい。

上記の構成では、前記光源部を構成する少なくとも1つ以上の点状発光源がLED素子により形成されていることにより、安価で携帯性に優れた照明装置を実現することが可能になる。

本発明の照明装置は、上記の目的を達成するために、光源部と、該光源部からの光が入射する互いに対向する2つの入射面、および該入射した光が面状発光状態に変換されて出射される出射面を備える面状導光体



とで構成され、前記光源部は、LEDアレイからなり、該LEDアレイは前記面状導光体の一方の入射面に配置された第1のLEDアレイと前記面状導光体の他方の入射面に配置された第2のLEDアレイとからなるとともに、該第1のLEDアレイと第2のLEDアレイとは交互に点灯することが望ましい。

上記の構成では、複数の点状発光源をLEDアレイにより構成し、第1のLEDアレイを前記面状導光体の一方の入射面に、第2のLEDアレイを前記面状導光体の他方の入射面に配置し、第1のLEDアレイと第2のLEDアレイとを交互に点滅させ、発光状態を互いに補間することにより、輝線の明暗差を改善した線状発光状態を提供することができる。

本発明の照明装置は、さらに、前記第1のLEDアレイと第2のLEDアレイとが交互に点灯する周波数 $f$ は、 $60\text{ Hz} \leq f \leq 10\text{ kHz}$ の範囲内で繰り返し発光することが望ましい。

上記の構成では、前記第1のLEDアレイと第2のLEDアレイとが交互に点灯される周波数 $f$ が、 $60\text{ Hz} \leq f \leq 10\text{ kHz}$ の範囲内で繰り返し発光していることにより、フリッカーの発生（点滅の認識）を抑えた照明装置を提供できるとともに、低消費電力化を図ることが可能となる。

本発明の液晶表示装置は、上記の目的を達成するために、上述した本発明の照明装置と、前記面状導光体の出射面から出射する光を画素毎に制御して画像を表示する液晶表示素子とを備えてなることを特徴としており、そのことにより上記目的は達成される。

つまり、上記の構成では、明るく、輝度の明暗差が少なく、表示品位

の高い液晶表示装置を実現することが可能になる。

本発明の液晶表示装置は、上記の目的を達成するために、光源部と、  
該光源部からの光が入射する入射面および該入射した光が出射する出射  
面を備える面状導光体とで構成され、前記光源部からの光が、少なくと  
5 も前記面状導光体に備えられた入射面に入射する際には線状発光状態  
あるフロントライトと、前記面状導光体の出射面から出射する光を画素  
毎に制御して画像を表示する反射型液晶表示素子とを備えてなる液晶表  
示装置において、前記面状導光体の出射面に対向する対向面には、伝搬  
部と反射部とが繰り返し形成された周期構造が形成されているとともに、  
10 前記面状導光体の対向面に形成された周期構造の周期方向は、前記反射  
型液晶表示素子に形成された画素の繰り返し方向から $10^{\circ} \sim 80^{\circ}$ の  
角度 $\theta$ を有するように形成されている構成である。

上記の構成では、前記面状導光体の出射面に対向する対向面には、伝  
搬部と反射部とが繰り返し形成された周期構造が形成されているととも  
15 に、前記面状導光体の対向面に形成された周期構造の周期方向は、前記  
反射型液晶表示素子に形成された画素の繰り返し方向から $10^{\circ} \sim 80^{\circ}$   
の角度 $\theta$ を有するように形成されていることにより、互いの周期構造  
が干渉して発生するモアレ縞を防止することが可能になる。これにより、  
液晶表示装置の表示品位を向上させることができる。

20 上述した本発明の照明装置は、フロントライトとして用いた場合、ま  
たは、反射型液晶表示素子と組み合わせて反射型液晶表示装置を構成し  
た場合においても、上記各効果を奏することが可能であり、有効である。

本発明の照明素子は、上記の目的を達成するために、光源部からの光  
が入射する入射面と、入射した光が出射する出射面とを備えた柱状の線

状導光体からなる照明素子において、前記入射面が、前記線状導光体の  
長手方向の端面に設けられており、前記出射面が、前記線状導光体の長  
手方向に設けられており、入射した光を反射する  $I$  個（ $I$  は 2 以上の整  
数）の切り込み部が、前記線状導光体の前記出射面に対向する面に、長  
手方向に一定のピッチで配列されて設けられており、前記入射面側から  
第  $i$  番目（ $i$  は 1 から  $I$  までの整数）の切り込み部について、切り込み  
幅を  $p w_i$  としたとき、

$$\text{差分} = (p w_{i+1} - p w_i)$$

で定義される差分の、前記  $I$  個の切り込み部での平均値が、0 より大き  
い値となる構成である。

あるいは、本発明の照明素子は、上記の目的を達成するために、光源  
部からの光が入射する入射面と、入射した光が出射する出射面とを備え  
た柱状の線状導光体からなる照明素子において、前記入射面が、前記線  
状導光体の長手方向の端面に設けられており、前記出射面が、前記線状  
導光体の長手方向に設けられており、入射した光を反射する  $I$  個（ $I$  は  
2 以上の整数）の切り込み部が、前記線状導光体の前記出射面に対向す  
る面に、長手方向に配列されて設けられており、前記入射面側から第  $i$   
番目（ $i$  は 1 から  $I$  までの整数）の切り込み部について、前記入射面か  
らの距離を  $x_i$ 、切り込み深さを  $d_i$  としたとき、

$$\text{傾き} = (d_{i+1} - d_i) / (x_{i+1} - x_i)$$

で定義される傾きの、前記  $I$  個の切り込み部での平均値が、0 より大き  
い値となる構成である。

上記の構成では、柱状の線状導光体が、長手方向の少なくとも一方の  
端面に入射面を備え、長手方向に出射面を備えている。また、出射面に

対向する面には、入射した光を反射する切り込み部が、長手方向に配列されて設けられている。そして、この切り込み部の切り込み幅、あるいは切り込み深さが、入射面から遠ざかるにつれて平均的に大きくなるように設定されている。

5       このため、入射面から遠い位置にある切り込み部では、より多くの光を反射することが可能となり、光源部からの光量の低下を補うことができる。したがって、線状導光体からの出射光の光量を増加させることが可能になるとともに、線状導光体の長手方向において、出射光の輝度分布をより均一な状態にすることが可能になる。

10       また、上記の構成は、楔型の線状導光体などと異なり、長手方向に関して幅が一定である線状導光体を形成することが可能であるため、入射面からの光が長手方向に伝搬しやすい構造をとることができる。そのため、光の利用効率および出射輝度の均一化をより向上させることができる。

15       さらに、上記の構成では、切り込み部のピッチを一定に保つことが可能であるため、出射面に対向する面において、切り込み部が形成されていない部分（平坦部）を確保することができる。これにより、上記と同様に、入射面からの光を長手方向に伝搬しやすい構造をとることができる。

20       その結果、上記構成の照明素子では、線状導光体の長手方向において、均一で明るい線状発光状態を形成することが可能になる。また、上記構成の照明素子を、面状導光体などと組み合わせることにより、均一で明るい光により画像表示素子などを照明する照明装置を提供することが可能になる。

本発明の照明素子は、さらに、前記傾きの、前記 I 個の切り込み部での平均値が、0.0001 以上、0.05 以下であることが望ましい。

上記の構成では、線状導光体からの出射光の輝度分布（出射光の輝度の最大値と最小値の比）を 1 から 3 の範囲内に設定することが可能であり、面状導光体へ入射させる光に求められる線状発光状態を実現することができる。

本発明の照明素子は、さらに、前記傾きの値が、前記 I 個の切り込み部で一定であることが望ましい。

上記の構成では、切り込み部の深さが、一定の傾きをもって連続して形成されるため、より出射光の輝度分布の均一化を図ることができる。

本発明の照明素子は、さらに、前記線状導光体の前記出射面に対向する面において、前記切り込み部の長手方向の幅の合計と、前記切り込み部に挟まれた平坦部の長手方向の幅の合計との和に対する、前記切り込み部の長手方向の幅の合計の割合が、5 % 以上、80 % 以下であることが望ましい。

上記の構成では、切り込み部の幅の合計と平坦部の幅の合計との和に対する切り込み部の幅の合計の割合が、5 % 以上に設定される。このため、切り込み部が占める割合を十分確保することができる。したがって、光源部からの入射光を効率よく線状発光状態に変換することができ、光の利用効率の向上を図ることができる。

また、上記の構成では、切り込み部の幅の合計と平坦部の幅の合計との和に対する切り込み部の幅の合計の割合が、80 % 以下に設定される。このため、平坦部が占める割合をも確保することができる。したがって、光源部からの入射光を線状導光体の長手方向により効率的に導くことが

可能となり、光源部からの入射光を均一に線状発光状態に変換することができる。

その結果、均一で明るい照明素子を提供することが可能になる。

本発明の照明素子は、さらに、前記線状導光体の前記出射面に対向する面における、前記切り込み部の長手方向の幅と、該切り込み部および該切り込み部の一方に隣接する切り込み部に挟まれた平坦部の長手方向の幅との和が、0.05 mm以上、2 mm以下であることが望ましい。

上記の構成では、切り込み部の幅とこの切り込み部の一方に隣接する平坦部の幅との和が2 mm以下に設定される。このため、線状導光体の出射面において、明るい部分（明部）の連続性を確保することができ、出射面での光の明暗を防止することができる。したがって、上記の構成では、より均一な線状発光状態を形成することができる。

また、上記の構成では、切り込み部の幅とこの切り込み部の一方に隣接する平坦部の幅との和を0.05 mm以上に設定することで、線状導光体を作製する上で、切り込み部の形成が困難になることを回避することができる。

本発明の照明素子は、さらに、前記線状導光体の前記入射面に対向する端面に第2の入射面が設けられており、入射した光を反射するJ個（Jは2以上の整数）の切り込み部が、前記線状導光体の前記出射面に対向する面に、長手方向に配列されて設けられており、前記第2の入射面側から第j番目（jは1からJまでの整数）の切り込み部について、前記入射面からの距離を $x_j$ 、切り込み深さを $d_j$ としたとき、

$$\text{傾き} = (d_{j+1} - d_j) / (x_{j+1} - x_j)$$

で定義される傾きの、前記J個の切り込み部での平均値が、0より大き

い値となることが望ましい。

上記の構成では、入射面が線状導光体の長手方向の両端面に設けられており、出射面に対向する面に設けられた切り込み部が各入射面から遠ざかるにつれて平均的に深くなるように設定されている。つまり、上記の構成には、上記傾きを線状導光体の中央部に対して対称になるように形成する場合も含まれる。そして、上記の構成では、各入射面に光源部を設けて光量を増加させつつ、上述の各効果を奏することが可能である。

本発明の照明素子は、上記の目的を達成するために、光源部からの光が入射する入射面と、入射した光が出射する出射面とを備えた柱状の線状導光体からなる照明素子において、前記入射面が、前記線状導光体の長手方向の端面に設けられており、前記出射面が、前記線状導光体の長手方向に設けられており、入射した光を反射する複数の切り込み部が、前記線状導光体の前記出射面に対向する面に、長手方向に配列されて設けられており、前記切り込み部が、2つの平面からなるV字型溝であり、前記複数の切り込み部における前記各平面が、前記出射面に対し、互いに異なる2種類以上の角度をなして形成されている構成である。

上記の構成では、入射面から例えば点状発光の光を入射させたとき、出射面に対向する面に、長手方向に配列されて設けられた複数の切り込み部によって入射する光を線状発光状態に変換することができる。ここで、上記複数の切り込み部が、2つの平面からなるV字型溝であり、この各平面と出射面とがなす角が、2種類以上の互いに異なる角度に設定されているため、同じ光源部からの光を異なる方向に反射させることができる。したがって、本照明素子から出射する線状発光状態の光が、複数の出射方向においてピーク値を示すように設定することが可能である。

また、線状導光体の両端に入射面を設けて、両側から光を入射させる場合を考えると、上記各平面が出射面に対してなす角が、1つであるときは、線状導光体に対して対称な方向に出射光のピーク値が現れる。

これに対し、上記の構成では、線状導光体に対して非対称な方向に出射光のピーク値が現れるように設定することが可能である。この場合、特に、出射面の法線方向から傾いた一定の方向に、出射光のピーク値が現れるように設定することも可能である。

したがって、本照明素子を用いて、例えばモアレ縞の発生を防止するために、入射面に対して非対称に形成された面状導光体などを照射することにより、より光利用効率が高く、より均一な面状発光状態の光を得ることが可能である。その結果、明るく、表示画像の輝度分布が均一な画像表示装置を提供することが可能になる。

本発明の照明素子は、さらに、前記切り込み部が、2つの平面からなるV字型溝であり、前記各平面が前記出射面に対してなす角が、30°以上、60°以下であることが望ましい。

上記の構成では、出射面に対して30°以上、60°以下の角度をなす平面により入射した光を反射させて線状発光状態に変換することにより、出射面法線方向に対して0°から45°の方向に出射輝度のピーク値を有する線状発光状態を形成することができる。したがって、本照明素子を用いて、例えば入射面に対して傾斜して形成された周期構造を有する面状導光体を照射する場合などでは、周期構造の多様な傾斜角に対応することができる。

本発明の照明素子は、さらに、前記線状導光体の周辺に拡散手段が配置されることが望ましい。



上記の構成では、線状導光体の周辺に拡散手段を配置していることにより、線状導光体に形成された出射面以外から出射する漏れ光を拡散手段により拡散反射することができ、これにより光の利用効率をより向上させることができる。

5       本発明のさらに他の目的、特徴、及び優れた点は、以下に示す記載によって十分わかるであろう。また、本発明の利益は、添付図面を参照した次の説明で明白になるであろう。

#### 図面の簡単な説明

10       図1は、本発明の実施の形態1で用いたフロントライトと反射型液晶表示素子とで構成された反射型液晶表示装置の構成を示す図面である。

      図2(a)および図2(b)は、本発明の実施の形態1で用いた反射型液晶表示素子の表示動作原理を示す図面である。

15       図3(a)および図3(b)は、本発明の実施の形態1で用いた反射型液晶表示素子の画素配列パターンを示す図面である。

      図4(a)および図4(b)は、本発明の実施の形態1で用いたフロントライトの構成を示す図面である。

      図5(a)および図5(b)は、本発明の実施の形態1で用いた線状導光体の形状およびその配置を示す図面である。

20       図6は、本発明で実施の形態1で用いた線状導光体からの発光状態の測定を示す図面である。

      図7は、本発明の実施の形態1で用いた線状導光体における出射面中央での出射光の角度に対する発光状態を示す図面である。

      図8は、本発明の実施の形態1で用いたフロントライトの線状導光体

からの発光状態を示す図面である。

図 9 は、本発明の実施の形態 1 で用いた線状導光体と導光体との配置関係を示す図面である。

5 図 1 0 は、本発明の実施の形態 2 で用いたフロントライトと反射型液晶表示素子とで構成された反射型液晶表示装置の構成を示す図面である。

図 1 1 は、本発明の実施の形態 2 で用いたフロントライトの構成を示す図面である。

図 1 2 は、本発明の実施の形態 2 で用いた線状導光体と導光体との配置関係を示す図面である。

10 図 1 3 は、本発明の実施の形態 2 で用いたフロントライトの線状導光体からの発光状態を示す図面である。

図 1 4 は、本発明の実施の形態 2 で用いた線状導光体における出射面中央での出射光の角度に対する発光状態を示す図面である。

15 図 1 5 は、本発明の実施の形態 2 で用いた線状導光体と導光体との配置関係を示す図面である。

図 1 6 は、本発明の実施の形態 3 で用いたフロントライトと反射型液晶表示素子とで構成された反射型液晶表示装置の構成を示す図面である。

20 図 1 7 (a) は、本発明の実施の形態 3 で用いたフロントライトの構成を示す図面であり、図 1 7 (b) は、本発明の実施の形態 3 で用いた L E D アレイと導光体との配置関係を示す図面である。

図 1 8 は、本発明の実施の形態 3 で用いた L E D アレイと導光体との配置断面を示す図面である。

図 1 9 は、本発明の実施の形態 3 で用いた点状発光源と拡散反射シートとの配置距離とパネル反射後の明るさとの関係を示す図面である。

図 2 0 ( a ) および図 2 0 ( b ) は、本実施の形態 3 で用いた 3 灯の点状発光源を直接導光体の入射面に配置した構成を示す図面である。

図 2 1 は、本発明の実施の形態 3 で用いたフロントライトと反射型液晶表示素子とで構成された反射型液晶表示装置の別の構成を示す図面である。

図 2 2 は、本発明の実施の形態 3 で用いたフロントライトの形状および配置位置と発光状態とを示す図面である。

図 2 3 は、本発明の実施の形態 3 で用いた点状発光源と拡散反射シートとの配置距離とパネル反射後の明るさとの関係を示す図面である。

図 2 4 は、本発明の実施の形態 4 で用いたフロントライトと反射型液晶表示素子とで構成された反射型液晶表示装置の構成を示す図面である。

図 2 5 ( a ) は、本発明の実施の形態 4 で用いたフロントライトの構成を示す図面であり、図 2 5 ( b ) は、本発明の実施の形態 4 で用いた L E D アレイと導光体との配置関係を示す図面である。

図 2 6 ( a ) は、本発明の実施の形態 4 で用いたフロントライトの別の構成を示す図面であり、図 2 6 ( b ) は、本発明の実施の形態 4 で用いた L E D アレイと導光体との別の配置関係を示す図面である。

図 2 7 は、本発明の実施の形態 5 で用いた反射型液晶表示素子とフロントライトの構成を示す図面である。

図 2 8 は、本発明の実施の形態 5 で用いたフロントライトの構成を示す図面である。

図 2 9 ( a ) は、本発明の実施の形態 5 で用いたフロントライト用導光体を示す平面図であり、図 2 9 ( b ) は、本発明の実施の形態 5 で用いたフロントライト用導光体を示す側面図である。

図 3 0 は、本発明の実施の形態 5 で用いた樹脂の屈折率と線状導光体からの出射光量との説明図である。

図 3 1 (a) は、本発明の実施の形態 5 で用いた線状導光体を示す側面図であり、図 3 1 (b) は、本発明の実施の形態 5 で用いた線状導光体の伝搬部と反射部との詳細を示す図面である。

図 3 2 は、本発明の実施の形態 5 で用いた線状導光体からの発光状態を示す図面である。

図 3 3 は、本発明の実施の形態 6 で用いた反射型液晶表示素子とフロントライトとの構成を示す図面である。

図 3 4 は、本発明の実施の形態 6 で用いたフロントライトの構成を示す図面である。

図 3 5 (a) は、本発明の実施の形態 6 で用いた線状導光体の斜視図であり、図 3 5 (b) は、本発明の実施の形態 6 で用いたフロントライト用導光体の平面図であり、

図 3 6 (a) は、本発明の実施の形態 6 で用いた線状導光体の正面図であり、図 3 6 (b) は、本発明の実施の形態 6 で用いた線状導光体の側面図である。

図 3 7 は、本発明の実施の形態 7 で用いた反射型液晶表示素子とフロントライトとの構成を示す図面である。

図 3 8 (a) は、本発明の実施の形態 7 で用いたフロントライトの構成を示す図面であり、図 3 8 (b) は、本発明の実施の形態 7 で用いた導光体の伝搬部と反射部との詳細を示す図面である。

図 3 9 (a) は、本発明の実施の形態 7 で用いた導光体と光源との配置を示す平面図であり、図 3 9 (b) は、本発明の実施の形態 7 で用い

た光源の配線を示す図面であり、図 3 9 (c) は、本発明の実施の形態 7 で用いた光源への入力信号を示す図面である。

図 4 0 は、導光体からの発光状態の測定を示す図面である。

図 4 1 は、フロントライトの線状導光体からの発光状態を示す図面である。

図 4 2 (a) は、従来技術の照明システムを示す図面であり、図 4 2 (b) は、従来技術を照明システムにおける影の発生を示す図面である。

図 4 3 は、実施の形態 8 で用いたフロントライトと反射型液晶表示素子とで構成された反射型液晶表示装置を示す図面である。

図 4 4 (a) は、図 4 3 の反射型液晶表示装置におけるフロントライトの部分の斜視図であり、図 4 4 (b) は、フロントライトの導光体の一部の拡大図である。

図 4 5 (a)、図 4 5 (b) および図 4 5 (c) は、それぞれ線状導光体の構造を示す平面図、正面図および側面図であり、図 4 5 (d) は、線状導光体のプリズム状の部分の拡大図である。

図 4 6 は、線状導光体の平面図である。

図 4 7 は、プリズム高さの傾斜に対する輝度分布の変化を表すグラフである。

図 4 8 は、プリズム占有率に対する光利用効率の変化を表すグラフである。

図 4 9 は、線状導光体における光の伝搬の様子を表した模式図である。

図 5 0 (a) から図 5 0 (d) は、線状導光体における単位幅と出射面での光の分布との関係を表す概念図である。

図 5 1 (a) および図 5 1 (b) は、プリズム高さの傾斜の態様を表

す模式図である。

図 5 2 は、実施の形態 9 における反射型液晶表示装置の構成を示す斜視図である。

図 5 3 (a) は、図 5 2 の反射型液晶表示装置におけるフロントライトの部分の斜視図であり、図 5 3 (b) は、フロントライトの導光体の部分の拡大図である。

図 5 4 (a)、図 5 4 (b) および図 5 4 (c) は、それぞれ線状導光体の構造を示す平面図、正面図および側面図であり、図 5 4 (d) は、線状導光体のプリズム状の部分の拡大図、図 5 4 (e) は、反射部において光が反射される状態を説明する模式図である。

図 5 5 は、実施の形態 10 における反射型液晶表示装置の構成を示す斜視図である。

図 5 6 (a) は、図 5 5 の反射型液晶表示装置におけるフロントライトの部分の斜視図であり、図 5 6 (b) は、フロントライトの導光体の部分の拡大図である。

図 5 7 (a)、図 5 7 (b) および図 5 7 (c) は、それぞれ線状導光体の構造を示す平面図、正面図および側面図であり、図 5 7 (d) は、線状導光体のプリズム状の部分の拡大図である。

図 5 8 は、フロントライトを対向面側から見たときの平面図である。

図 5 9 は、線状導光体において、出射方向に対する輝度分布を、プリズム角度ごとに表したグラフである。

図 6 0 (a) および図 6 0 (b) は、各実施の形態で用いた反射型液晶表示装置の詳細な構成を示す断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明を実施するための最良の形態について、図面を参照して説明する。

〔実施の形態１〕

5 図１は、本発明の第１の実施の形態における照明装置（照明手段、以下、フロントライトと記載）１００と反射型液晶表示素子（画像表示素子）１０５とで構成された反射型液晶表示装置の構成を示す図面である。

この反射型液晶表示装置は、図１に示すように点状発光源（光源部）  
１０１、線状導光体（照明素子）１０２、拡散反射シート（拡散手段）  
10 １０３、および導光体（面状導光体、面導光体）１０４で構成されたフ  
ロントライト１００と、偏光板１０６、ガラス基板１０７aとガラス基  
板１０７bとの間に挟持された液晶層１０８、および反射板１０９を備  
えた反射型液晶表示素子１０５とで構成されている。

ここで、点状発光源１０１は、線状導光体１０２の端部に配置されて  
15 おり、点状発光源１０１から照射された点状発光の光は、線状導光体  
１０２に入射することにより線状発光状態の光に変換される。線状導光体  
１０２は、導光体１０４の一側面に配置されており、線状導光体１０２  
で線状発光状態に変換された光は、さらに導光体１０４に入射すること  
によって面状発光状態の光に変換される。

20 また、拡散反射シート（例えば、銀反射シート）１０３は、線状導光  
体１０２の周囲（導光体１０４側の側面を除く）に配置されており、線  
状導光体１０２から導光体１０４以外に漏れ出す光を、反射させること  
により線状導光体１０２に戻すことで光の利用効率の向上を図るもので  
ある。

ガラス基板（対向ガラス基板）107aには、カラーフィルタや対向電極など（図示せず）が形成されており、ガラス基板（TFTガラス基板）107bには、薄膜トランジスタ（TFT）素子や画素電極など（図示せず）が形成されている。また、ガラス基板107aとガラス基板107bとの間には、液晶層108および反射板109が挟持されている。これらは、導光体104側から、偏光板106、ガラス基板107a、液晶層108、反射板109、ガラス基板107bの順に積層されて配置されている。

図2（a）、図2（b）は、本実施の形態で用いる反射液晶表示素子の動作原理を示す図面である。

図2（a）および図2（b）における矢印付き一点鎖線は、光と各層における光の偏光方向とを示しており、各層における直線は直線偏光、楕円は楕円偏光を表している。

図2（a）および図2（b）に示すように、偏光板106は、偏光層106aと $\lambda/4$ 板106bとから構成されており、偏光層106aおよび $\lambda/4$ 板106bを通過して入射する照明光50が反射板109で反射する過程において、この照明光50の偏光状態が液晶層108で変調されることによって、反射型液晶表示素子105により反射される光量が制御されて画像が表示される。

さらに詳しくは、偏光層106aの透過軸または吸収軸が $\lambda/4$ 板106bの遅相軸または進相軸とほぼ $45^\circ$ の角度をなすように配置されており、照明光50のうち偏光層106aを透過した直線偏光が $\lambda/4$ 板106bで円偏光に変換されて反射型液晶表示素子105に入射する。そして、反射型液晶表示素子105の液晶層108が円偏光を変調しな



い場合には、反射板 1 0 9 で反射する際に円偏光の回転方向が逆転し、再び  $\lambda/4$  板 1 0 6 b を透過した後、偏光層 1 0 6 a の透過軸と直交した直線偏光（反射光 5 1）となって吸収され、黒色が表示される。

5 一方、反射型液晶表示素子 1 0 5 の液晶層 1 0 8 が入射した円偏光を保存したまま反射するように変調する場合には、 $\lambda/4$  板 1 0 6 b を透過した後、偏光層 1 0 6 a の透過軸と一致した直線偏光（反射光 5 1）となって出射し、白色が表示される。

なお、偏光層 1 0 6 a の透過軸および  $\lambda/4$  板 1 0 6 b の遅相軸の方向は、液晶材料や配向の方向、視野角の特性などを考慮して決定される。

10 また、本実施の形態では、カラーの表示を行うために、各画素（絵素）毎に赤（R）、緑（G）、青（B）の 3 原色のカラーフィルタを配置して、光を透過させて着色した。この R、G、B の画素の配列パターンとしては種々あるが、代表例としては、例えば、図 3（a）や図 3（b）に示すようなデルタ配列やストライプ配列などが挙げられ、画素が水平方向および垂直方向に繰り返して形成されている。また、このときの画素数や画素のサイズについても様々であり、本実施の形態では、2.5 型の反射型液晶表示素子 1 0 5（図 1 参照）を用い、デルタ配列で水平画素数  $\times$  垂直画素数が 6.1 万画素、画素ピッチは水平方向  $P_h$  がほぼ  $180 \mu m$ 、垂直方向  $P_v$  がほぼ  $169 \mu m$  の反射型液晶表示素子 1 0 5 を用いた。

20 なお、図 3（a）に示す配列パターンが、デルタ配列であり、表示面の横方向（水平方向）に R、G、B 画素が順次繰返しライン状に配列されている。そして、表示面の縦方向（垂直方向、画素の繰返し方向、図 3（a）および図 3（b）において矢印  $P_{vd}$  の方向）に互いに隣接

するラインにおける同色の画素は、横方向に 1.5 画素分ずれた位置に配置されている。また、図 3 (b) に示す配列パターンが、ストライプ配列であり、横方向に R、G、B 画素が順次繰返しライン状に配列されており、縦方向には、同色の画素がストライプ状に配列されている。

5 図 4 (a)、図 4 (b) は、本実施の形態で用いるフロントライト 100 の構成を示す図面である。

図 4 (a) および図 4 (b) に示すように、本実施の形態では、点状発光源 101 として白色 LED (Light Emitting Diode) (日亜化学工業株式会社製: NSCW100) を用い、後述する線状導光体 102 の入射面 102a (図 5 (a) 参照) に配置した。また、この線状導光体 102 の周辺には、拡散反射シート 103 として 3M 社製の #4596 を配置した。このような配置により、点状発光源 101 から発した光を線状の発光状態に変換することが可能である。

次に、図 4 (a) および図 4 (b) を用いて本実施の形態 1 における導光体 104 に関して説明する。

図 4 (a) および図 4 (b) に示すように、本実施の形態 1 における導光体 104 は、線状発光状態の入射光を面状発光に変換し、上述した反射型液晶表示素子 105 (図 1 参照) を照明する働きを成すものである。

20 この導光体 104 は、線状導光体 102 の後述する出射面 102b (図 5 (a) 参照) が入射面 104a に対向するようにして配置されている。

本実施の形態では、導光体 104 として、ポリメチルメタクリレート射出成形して作製したものを、この導光体 104 は、入射面 10

4 a、入射面 104 a にほぼ垂直な方向に出射面 104 b、および出射面 104 b に対向した対向面 104 c を有している。この対向面 104 c には、伝搬部 104 d と反射部 104 e とを有するプリズム状の周期構造 104 f がピッチ  $P_d$  で形成されている。なお、このときの入射面 104 a の厚さ  $t_{in} = 1.2 \text{ mm}$  とし、入射面 104 a と対向する面 104 g の厚さ  $t_{out} = 0.8 \text{ mm}$  とした。

以下では、周期構造 104 f において、伝搬部 104 d を成す面と反射部 104 e を成す面との交線の方法を周期方向  $R_h d$  とする。

また、本実施の形態では、この導光体 104 の出射面 104 b に反射防止処理（図示せず）を施すことにより、導光体 104 の透過率を向上させた。具体的な反射防止処理としては、膜厚が約  $0.1 \mu\text{m}$  の  $\text{MgF}_2$  や  $\text{SiO}_2$  などといった薄膜を交互に形成し、薄膜の干渉作用によって反射エネルギーを低下させる反射防止膜を蒸着により出射面 104 b に直接形成した。これにより、約 4% の表面反射を 1% 以下とすることができ、導光体 104 の透過率が向上し、明るい表示が可能となる。

また、周期構造 104 f の詳細形状は、点状発光源 101 から出射され、線状導光体 102 により線状発光状態に変換されて導光体 104 に入射する光を、反射型液晶表示素子 105（図 1 参照）側に有効に出射できるように設定されている。ここで、周期構造 104 f の周期であるピッチを  $P_d$ 、伝搬部 104 d のピッチを  $P_1$ 、反射部 104 e のピッチを  $P_2$ 、伝搬部 104 d と反射部 104 e とにより形成されるプリズムの高さを  $h$  とする。なお、上記各ピッチ（ $P_d$ 、 $P_1$ 、 $P_2$ ）は、伝搬部 104 d を成す面と反射部 104 e を成す面との交線の方法に垂直

であり、かつ、出射面 1 0 4 b に平行な方向に関するものである。また、プリズムの高さ  $h$  は、出射面 1 0 4 b に垂直な方向に関するものである。

また、周期構造 1 0 4 f は、反射型液晶表示素子 1 0 5（以下、適宜図 1、図 3（a）および図 3（b）参照）の画素パターンと干渉し合っ  
て生じるモアレ縞によって表示品位が低下することがないように設計さ  
れている。本実施の形態では、その周期であるピッチ  $P_d$  を  $390\text{ }\mu\text{m}$   
とし、反射型液晶表示素子 1 0 5 の画素パターンの垂直方向（画素の繰  
り返し方向） $P_{vd}$  と  $14^\circ$  の角度をなすように形成した。

なお、モアレ縞の防止は、本実施の形態にて説明した手法に限定され  
るものではなく、例えば、表 1 に示すように、導光体 1 0 4 表面に形成  
された周期構造 1 0 4 f のピッチ  $P_d$ （伝搬部 1 0 4 d のピッチ  $P_1$  と  
反射部 1 0 4 e のピッチ  $P_2$  の和）と、反射型液晶表示素子 1 0 5 に形  
成された画素の繰り返し方向ピッチ  $P_{lc}$ （本実施の形態においては画  
素の垂直方向のピッチ  $P_v$  が形成されている方向（画素パターンの垂直  
方向  $P_{vd}$ ））とに対して、モアレ縞の発生防止角度（モアレ防止角度） $\theta$  を適宜決定する必要がある。

【表 1】

画素ピッチ P1c → ↓導光体ピッチ Pd		デルタ配列		ストライプ配列		
		2.0 型	2.5 型	3.9 型	8.4 型	11.3 型
		0.139 (mm)	0.169 (mm)	0.240 (mm)	0.270 (mm)	0.288 (mm)
0.160 (mm)	θ7° 防止角度 (deg)	—	75～80	12～30	15～65	17～65
0.200 (mm)	θ7° 防止角度 (deg)	55～65	—	—	24～35	10～30
0.240 (mm)	θ7° 防止角度 (deg)	—	—	23～75	—	—
0.280 (mm)	θ7° 防止角度 (deg)	—	—	30～50	27～50	—
0.300 (mm)	θ7° 防止角度 (deg)	55～75	—	27～60	20～55	23～55
0.390 (mm)	θ7° 防止角度 (deg)	10～25	10～20	20～55	15～35	20～55
0.500 (mm)	θ7° 防止角度 (deg)	10～15	—	15～75	15～75	17～75

表中の (—) は、角度によらずモアレ縞が発生。

この表 1 より、モアレ縞の発生を防止するための角度  $\theta$  は、反射型液晶表示素子 105 に形成された画素配列や、その画素ピッチ P1c と導光体ピッチ Pd とにより角度範囲は異なるが、反射型液晶表示素子 105 のピッチ P1c を決定することにより、導光体 104 表面に形成する周期構造 104f のピッチ Pd に対する角度を決定することができる。

例えば、反射型液晶表示素子 105 としてデルタ配列の 2.0 型（水平画素数×垂直画素数が 280×220）や 2.5 型（水平画素数×垂直画素数が 280×220）のものをを用いた場合には、10° から 25

°、および $55^\circ$ から $80^\circ$ の角度範囲でモアレ縞を防止することができる。

また、反射型液晶表示素子105としてストライプ配列の3.9型（水平画素数×垂直画素数が $320 \times 240$ ）や8.4型（水平画素数×垂直画素数が $640 \times 480$ ）および11.3型（水平画素数×垂直画素数が $600 \times 800$ ）のものを用いた場合には、 $15^\circ$ から $75^\circ$ の角度範囲でモアレ縞を防止することができる。なお、この角度 $\theta$ は、反射型液晶表示装置として組み付ける場合の組み付け精度を考慮して決定することがより好ましい。

なお、ここでは、線状導光体102の出射面102bおよび導光体104の入射面104aと反射型液晶表示素子105の画素の繰返し方向Pvdとが平行になるように配置されており、この画素の繰返し方向Pvdに対して、周期構造104fの周期方向Rh dが、上記モアレ防止角度をなすように形成されている。

ただし、これに限られるものではなく、線状導光体102の出射面102bおよび導光体104の入射面104aと周期構造104fの周期方向Rh dとが平行になるように配置されており、この周期方向Rh dに対して、画素の繰返し方向Pvdが、上記モアレ防止角度をなすように形成されていてもよい。つまり、周期方向Rh dと画素の繰返し方向Pvdとが、上記モアレ防止角度をなしておればよい。

また、導光体104の材料としては、本実施の形態にて用いた材料に限定されるものではなく、該導光体104としてはポリメチルメタクリレートなどのアクリル系樹脂や、ポリカーボネート系樹脂、エポキシ系樹脂などに代表される透明樹脂やガラスなどを適宜用いて射出成型など

の加工法によって成型して製造することができる。

また、本実施の形態では、導光体 104 の対向面 104c に形成された周期構造 104f をプリズム状（三角形状）としたが、他にも台形状、レンチキュラー形状、球状などの凹凸構造であってもよい。

5 図 5（a）、図 5（b）は、本実施の形態で用いる線状導光体 102 の形状およびその配置を示す図面である。

図 5（a）および図 5（b）に示すように、本実施の形態における線状導光体 102 は、導光体 104（図 4（a）参照）と同様に、ポリメチルメタクリレートを射出成形して作製したものをを用い、このときの入射面 102a は、 $t_a = 2.0 \text{ mm}$ （ $t_a$ ：出射面 102b に対して垂直方向の厚さ）、 $t_b = 1.2 \text{ mm}$ （ $t_b$ ：出射面 102b 方向の厚さ）の大きさとし、対向面 102g は、 $t_c = 1.0 \text{ mm}$ （ $t_c$ ：出射面 102b に対して垂直方向の厚さ）の大きさとするとともに、点状発光源 101 を入射面 102a に配置した。

15 また、線状導光体 102 の出射面 102b と対向する面 102c には、周期構造 102f を形成した。この周期構造 102f は、入射面 102a とほぼ平行な方向に繰り返して形成されてなり、そのピッチ  $P_d$  は  $500 \mu\text{m}$  とした。また、この周期構造 102f の形状は、線状導光体 102 の入射面 102a から入射した点状発光源 101 の光を出射面 102b から線状発光状態として有効に出射できるように設計した。具体的には、 $500 \mu\text{m}$  の周期構造のうち、伝搬部 102d のピッチ  $P_4$  を  $490 \mu\text{m}$ 、反射部 102e のピッチ  $P_3$  を  $10 \mu\text{m}$ 、伝搬部 102d と反射部 102e とで作られるプリズムの高さ  $h$  を  $10 \mu\text{m}$  として設計した。

次に、上記の線状導光体 1 0 2 における輝度分布を図 6 に示す測定器により測定した。図 6 は、線状導光体 1 0 2 の輝度分布を測定する測定器を示す斜視図である。

この測定器は、次のように構成されている。固定された線状導光体 1 0 2 の出射面 1 0 2 b から測定距離  $L_m = 300 \text{ mm}$  の位置に輝度計（トプコン社製 BM 5 A、受光角  $0.2^\circ$ ）が設置されている。そして、この輝度計の光軸は常に出射面 1 0 2 b と交わるようになっている。また、この測定器では、輝度計が線状導光体 1 0 2 の長手方向（線方向、図 6 中 X 方向）に移動でき、さらに、輝度計の光軸と出射面 1 0 2 b との交点を中心にして、光軸方向と出射面 1 0 2 b の法線方向とがなす角度（出射角度） $\theta_1$  を変化させることができる。

なお、角度  $\theta_1$  については、線状導光体 1 0 2 と導光体 1 0 4 とを組み合わせた状態（図 4（a）参照）において、導光体 1 0 4 の対向面 1 0 4 c に向かって反時計回り（図 6 中矢印の向き）を正とする。

上述したような設計の線状導光体 1 0 2 における出射面 1 0 2 b 中央での出射光の角度分布を図 7 に示す。

なお、この測定は、図 6 に示した測定器において角度  $\theta_1$  を変化させて行った。

図 7 に示すように、線状導光体 1 0 2 からの出射光は、 $\theta_1$  がほぼ  $20^\circ$  の方向（第 1 の出射方向）にピーク値（極大値）を持ち、導光体 1 0 4（屈折率  $n = 1.49$ ）に形成された周期構造 1 0 4 f（図 4（a）参照）の角度  $\theta = 14^\circ$  に対して、ほぼ直交する光が出射される。

なぜなら、線状導光体 1 0 2（図 5（a）参照）の出射面 1 0 2 b と導光体 1 0 4（図 4（a）参照）の入射面 1 0 4 a との間に空気層（屈



折率  $n_0 = 1$  ) を介するとき、線状導光体 102 からの出射光の出射角  $\theta_1$  と導光体 104 内での光の進行方向が導光体 104 の入射面 104a の法線方向に対する角度  $\theta_2$  とは、式 1 の関係がある。

$$n_0 \times \sin \theta_1 = n \times \sin \theta_2 \quad \cdots \text{式 1}$$

したがって、 $\theta_1 = 20^\circ$  のとき、 $\theta_2 = 13.3^\circ$  となり、導光体 104 内での光の進行方向は、導光体 104 に形成された周期構造 104f の角度  $\theta = 14^\circ$  に対してほぼ直交することになる。

つまり、線状導光体 102 からの出射光における、出射輝度がピーク値を示す方向は、

$$\theta_1 = \sin^{-1} (n \times \sin \theta) \quad \cdots \text{式 2}$$

の関係を満たす  $\theta_1$  の方向 (第 1 の出射方向) となるように設定されることが好ましい。このように設定することにより、導光体 104 に形成された周期構造 104f に有効に光を入射させることができる。

このように、光を出射させることで導光体 104 中を伝搬、反射する光の利用効率を向上させることができ、明るいフロントライトシステムを得ることが可能となる。

なぜなら、導光体 104 (図 4 (a) 参照) 内での光の進行方向が導光体 104 に形成された周期構造 104f の角度  $\theta$  に対してほぼ直交するように設定しておく、導光体 104 の反射部 104e を適切に調整することで、導光体 104 からの出射光を出射面 104b に対して垂直方向に出射させることができる、すなわち、垂直方向から反射型液晶表示素子 105 (図 1 参照) を照明することができるからである。

なお、第 1 の出射方向は上記式 2 における  $\theta_1$  の方向に限らず、導光体 104 の入射面 104a に垂直な方向より、上記式 2 における  $\theta_1$  の

方向に近い方向であればよい。

図 8 は、上述したような構成で得られた線状発光状態を示すものであり、図 8 において、横軸は線状導光体 1 0 2（図 5（a）参照）の出射面長さ方向を示し、縦軸は出射面法線方向およびピーク値の出射光輝度（相対値）を示している。本実施の形態では、出射面 1 0 2 b での輝度分布は、法線方向およびピーク値方向で  $(\text{max} / \text{min}) = 1.7$  以下と良好な線状発光状態が得られた。なお、この測定は、図 6 に示すように、トプコン株式会社製の輝度計 BM-5 A を用いて測定を行った。また、出射光のピーク値は、線状導光体 1 0 2 の出射面法線方向に対して、角度  $\theta 1$  の範囲に輝度測定を行うことにより求めた。

なお、図 8 の法線方向のデータは、図 6 に示した測定器において、輝度計の光軸を線状導光体 1 0 2（図 5（a）参照）の出射面 1 0 2 b に垂直に保った状態（ $\theta 1 = 0^\circ$  の状態）で輝度計を X 軸方向に走査させたときの輝度分布である。また、ピーク値方向のデータは、輝度計の光軸を線状導光体 1 0 2 の出射光のピーク値方向に保った状態（ $\theta 1 = 20^\circ$  の状態）で輝度計を X 軸方向（線状導光体 1 0 2 の長手方向、線方向）に走査させたときの輝度分布である。また、以下においても、測定範囲内における輝度の最大値と最小値との比  $(\text{max} / \text{min})$  により輝度分布を定義する。

ここで、線状導光体 1 0 2 の出射光における出射輝度分布が実際の画像表示に与える影響を調べた。なお、装置構成としては、図 1 に示したものであるが、図 6 0（a）および図 6 0（b）を用いてさらに詳細に説明する。図 6 0（a）および図 6 0（b）は、本実施の形態の反射型液晶表示装置の詳細な構成を示す断面図である。

上述の説明では一部省略したが、図 6 0 (a) および図 6 0 (b) に示すように、ガラス基板 1 0 7 b には、反射板 1 0 9 としての反射電極が設けられており、ガラス基板 1 0 7 a には、対向電極としての透明導電膜（例えば、ITO 膜）1 1 0 が設けられている。そして、反射板 1 0 9 および透明導電膜 1 1 0 の間に電圧が画素ごとに印加されることで、上述のように液晶層 1 0 8 により光の偏光状態が変調される。なお、表示モードは、偏光モードに限らず、ゲストホストモードなどであってもよい。

ここで、実際の画像表示を行う際には、導光体 1 0 4 から出射された面状発光状態の光は、反射板 1 0 9 に至るまでの各層（光学部材）を通過する際に、各層での拡散作用を受けて輝度分布がより均一化されることになる。また、さらに輝度分布の均一化を図るためには、拡散層を設けることが好ましい。図 6 0 (a) では、偏光板 1 0 6 に隣接して拡散層 1 1 1 a が設けられている。また、図 6 0 (b) では、反射板 1 0 9 の液晶層 1 0 8 側に拡散層 1 1 1 b が設けられている。これら拡散層 1 1 1 a ・ 1 1 1 b はいずれも、導光体 1 0 4 からの光を拡散させることにより、さらに輝度分布の均一化を図るものである。

上記の反射型液晶表示素子 1 0 5 とフロントライト 1 0 0 とにより反射型液晶表示装置を構成し、実際に画像表示を行った。ここで用いたフロントライト 1 0 0 としては、図 4 (a) に示したものであり、図 6 0 (a) および図 6 0 (b) には、同一の構成要素に同一符号を付記し、その説明を省略する。

また、線状導光体 1 0 2 は、図 5 (a) に示したものであるが、輝度分布（ピーク値方向（ $\theta 1 = +20^\circ$  の方向））を変化させることによ

り、表 2 に示す各輝度分布を有する各線状導光体 1 0 2 を用いた。

そして、実際の画像表示を目視によって観察することにより、表示状態を、極めて良好 (◎)、良好 (○)、実用上問題なし (△) およびムラが目立つ (×) に分類した。結果を表 2 に示す。

【表 2】

輝度分布(max/min)	1. 2	1. 7	2	3	3. 6
表示状態	◎	◎	◎	○	×

表 2 より、線状導光体 1 0 2 の輝度分布としては、3 以下であることが好ましく、2 以下であればさらに好ましい。

さらに、図 4 0 に示すような一般的な線状導光体 2 2 0 2 の出射光における出射輝度分布の影響を調べた。線状導光体 2 2 0 2 は、光源 2 2 0 1 からの光を線状発光状態に変換し、出射面 2 2 0 1 c から出射するものである。この線状導光体 2 2 0 2 の出射光は、出射面 2 2 0 1 c の法線方向に出射輝度のピーク値を示すものである。なお、図 4 0 は、線状導光体 2 2 0 2 の輝度分布を測定するための構成を示しており、図 6 の場合と同様である。

この線状導光体 2 2 0 2 の輝度分布を図 4 1 に示す。この線状導光体 2 2 0 2 を用いて、上記と同様に輝度分布の影響を調べた。なお、上記導光体 1 0 4 (図 4 (a) 参照) に相当する導光体としては、線状導光体 2 2 0 2 の出射輝度のピーク値の方向を考慮して、モアレ防止角度  $\theta = 0$  のものを用いた。また、ここでは、反射型液晶表示素子 1 0 5 (図 1 参照) を用いることなく、導光体からの面状発光状態の光を直接観察することにより、発光状態を、極めて良好 (◎)、良好 (○)、実用上問題なし (△) およびムラが目立つ (×) に分類した。結果を表 3 に示

す。

【表 3】

輝度分布(max/min)	1.5 ~1.7	2	3	3.4	4
発光状態	◎	○	△	×	×

表 3 より、線状導光体 2 2 0 2 の輝度分布としては、この場合においても、3 以下であることが好ましく、2 以下であればさらに好ましい。

なお、この場合においても、反射型液晶表示素子 1 0 5（図 1 参照）と組み合わせて反射型液晶表示装置を構成することで、上述した反射型液晶表示素子 1 0 5 における拡散作用により、実際の画像表示ではさらに表示状態が向上される。

次に、線状導光体 1 0 2 と導光体 1 0 4 との配置関係について説明する。

図 9 は、本実施の形態で用いる線状導光体 1 0 2 と導光体 1 0 4 との配置関係を示す図面である。

図 9 に示すように、線状導光体 1 0 2 の出射面 1 0 2 b は、導光体 1 0 4 の入射面 1 0 4 a と対向するように配置されてなり、それらの間の距離  $g$  を 0.5 mm とした。また、線状導光体 1 0 2 の出射面（出射端面）1 0 2 b の長さ  $L_2$  は、導光体 1 0 4 の入射面（入射端面）1 0 4 a の長さ  $L_1$  に対して左端（点状発光源 1 0 1 側の端部、光源側端部）が 0.12 mm 長くなるようにして構成した。

このような構成により、本実施の形態では、導光体 1 0 4 の入射面左端部（光源側端部）に光を有効に入射させることができ、コーナ部から発生する影（暗部、図 9 中太線部）の幅を 1 mm 以下にすることができ、画質の劣化を防止できる。

以上のように、本実施の形態によれば、点状発光源 1 0 1 として L E D を用い、点状発光源 1 0 1 からの入射光を線状導光体 1 0 2 により線状発光に変換して導光体 1 0 4 に入射させていることにより、効率良く光を導光体 1 0 4 に入射させるとができ、明るいフロントライト 1 0 0 および反射型液晶表示装置を得ることができる（適宜図 1、図 4（a）、図 5（a）参照）。

また、導光体 1 0 4 に形成された周期構造 1 0 4 f を反射型液晶表示素子 1 0 5 に形成された画素の繰返し方向に対して  $14^{\circ}$  の角度で形成していることにより、互いの周期構造が干渉することにより発生するモアレ縞を防ぐことができる。なお、本実施の形態では、上述の角度を  $14^{\circ}$  として形成したが、本発明はこれに限定されるものではなく、 $10^{\circ}$  から  $80^{\circ}$  の範囲内であればよい。さらに詳しくは、デルタ配列であれば、 $10^{\circ}$  から  $25^{\circ}$  または  $55^{\circ}$  から  $80^{\circ}$  の範囲で、ストライプ配列であれば、 $15^{\circ}$  から  $75^{\circ}$  の範囲で形成すれば、上述したようなモアレ縞の発生を防止することができる。

また、線状導光体 1 0 2 の出射面 1 0 2 b の長さを導光体 1 0 4 の入射面 1 0 4 a の長さより長くして配置している、具体的には、 $(L2 - L1) = 0.12\text{ mm}$  としていることにより、導光体 1 0 4 に形成される周期構造 1 0 4 f に傾きを持たせた場合においても、入射端面のコーナ一部分にまで有効に光を入射させることができ、導光体 1 0 4 のコーナ一部分における影の発生を低減することができる。なお、このコーナ一部分における影は、 $(L2 - L1)$  の長さをさらに長くすることにより発生度合いを低減することができるが、電子機器としての携帯性を損なう恐れがあることから、好ましくは  $10\text{ mm}$  以下とすることが望まし

い。

また、さらに、導光体 1 0 4 に形成された周期構造 1 0 4 f の角度  $\theta$ 、  
および線状導光体 1 0 2 の出射面 1 0 2 b と導光体 1 0 4 の入射面 1 0  
4 a との間の距離  $g$  に関して、 $(L_2 - L_1)$  の長さを、 $g \times \tan \theta$   
5 以上に設定することが好ましい。これにより、導光体 1 0 4 のコーナ  
ー部分における影の発生を、より有効に低減させることができる。

また、線状導光体 1 0 2 から出射する線状発光状態を導光体 1 0 4 に  
形成された周期構造 1 0 4 f の角度  $\theta$  に対して直交する方向に光を出射  
する、具体的には、角度  $\theta_1 = 20^\circ$  の方向にピーク値を近づけること  
10 により、導光体 1 0 4 に形成された周期構造 1 0 4 f (伝搬部 1 0 4 d  
と反射部 1 0 4 e) に有効に光を入射させることができ、より明るいフ  
ロントライト 1 0 0 および反射型液晶表示装置を得ることができる。

なお、本実施の形態では、線状導光体 1 0 2 および導光体 1 0 4 をフ  
ロントライト 1 0 0 として用いた反射型液晶表示装置について説明した  
15 が、線状導光体 1 0 2 および導光体 1 0 4 はこれらに限らず種々の照明  
装置として用いることができる。例えば、導光体 1 0 4 を液晶層 1 0 8  
の背面に配置することにより、透過型液晶表示装置におけるバックライ  
トとしても用いることができる。

以上のように、本実施の形態におけるフロントライト 1 0 0 は、光源  
20 部と、光源部からの光が入射する入射面 1 0 4 a および入射した光が出  
射する出射面 1 0 4 b を備える導光体 1 0 4 とで構成され、光源部から  
の光は、少なくとも導光体 1 0 4 に備えられた入射面 1 0 4 a に入射す  
る際には線状発光状態であることを特徴としており、そのことにより、  
光源部からの光を導光体 1 0 4 に効率良く入射させることができ、明る

いフロントライト 1 0 0 を実現することが可能になる。

ここで、本発明の線状発光状態とは、図 4 0、図 4 1 に示すように、光源 2 2 0 1 からの光が導光体 2 2 0 2 の出射面 2 2 0 1 c 法線方向に出射する際に、その有効発光長さ  $x$  に対して、出射光輝度の最大値と最小値との比（以下、 $\text{max} / \text{min}$ ）の値が 1 以上 3 以下、さらに好ましくは、1 以上 2 以下の状態を示すものである。

これにより、導光体 1 0 4 から出射される面状発光状態の光の輝度分布を、より均一にすることができ、反射型液晶表示装置における表示ムラを低減することができる。

例えば、理想的な線状発光状態としては、冷陰極管のように有効発光長さに対して輝度の分布が 1 に近い状態が望ましい。ただし、冷陰極管を用いる場合には、点灯時にインバータが必要となることから、消費電力やコストの面における課題を有している。

これに対して、上記フロントライト 1 0 0 では、インバータを必要としない LED などの点状発光源 1 0 1 を用いることができ、フロントライト 1 0 0 の低消費電力・小スペースを実現することができる。

そして、さらに、上記フロントライト 1 0 0 は、光源部が、少なくとも 1 つ以上の点状発光源 1 0 1 により構成されてなり、該点状発光源 1 0 1 からの光が、導光体 1 0 4 の入射面 1 0 4 a 近傍に少なくとも 1 つ以上配置された線状導光体 1 0 2 により、該導光体 1 0 4 の入射面 1 0 4 a に入射する過程で線状発光状態に変換されることにより、さらに明るいフロントライト 1 0 0 を実現することが可能になる。

また、本実施の形態におけるフロントライト 1 0 0 は、点状発光源 1 0 1 からの光を線状発光状態に変換する線状導光体 1 0 2 と、線状導光



体 1 0 2 からの光を面状発光状態に変換して出射するための周期構造 1  
0 4 f が形成された導光体 1 0 4 とを備えている。また、周期構造 1 0  
4 f の周期方向 R h d が、照明すべき反射型液晶表示素子 1 0 5 の画素  
の繰り返し方向 P v d（線状導光体 1 0 2 の出射面 1 0 2 b や導光体 1  
5 0 4 の入射面 1 0 4 a に平行な方向）に対して傾斜している。そして、  
線状導光体 1 0 2 からの光が、線状導光体 1 0 2 の出射面 1 0 2 b の法  
線方向を基準として、周期方向 R h d に垂直な方向側にある第 1 の出射  
方向に輝度のピーク値を示すものである。つまり、周期方向 R h d に対  
して、線状導光体 1 0 2 の出射面 1 0 2 b の法線方向がなす角度より垂  
10 直に近い角度をなす方向に、線状導光体 1 0 2 からの光が輝度のピーク  
値を示すものである。

特に、第 1 の出射方向は、導光体 1 0 4 内において周期方向 R h d に  
垂直な方向に光を進行させる方向であることが好ましい。

これにより、周期構造 1 0 4 f と画素とが干渉することによって生じ  
15 るモアレ縞の発生を防止することが可能になる。また、点状発光源 1 0  
1 として直流電源で容易に発光させることが可能な L E D などを用いた  
場合であっても、点状発光源 1 0 1 からの光を面状発光状態に効率よく  
変換することができるため、明るい光によって有効に反射型液晶表示素  
子 1 0 5 を照明することができる。

## 〔実施の形態 2〕

以下に、本発明の第 2 の実施の形態について、図面を参照しながら説  
明する。

なお、実施の形態 1 において説明した構成要素と同等の機能を有する  
構成要素については、同一の符号を付記しその説明を一部省略する。

図 1 0 に示すように、本実施の形態におけるフロントライト（照明装置） 1 5 0 と反射型液晶表示素子 1 0 5 とで構成された反射型液晶表示装置の構成は、上述した実施の形態 1 と基本的には同じ構成であるが、本実施の形態では、点状発光源（光源部） 1 5 1 ・ 1 6 1 として L E D を 2 灯配置した点および線状導光体（照明素子） 1 5 2 ・ 1 6 2 を 2 本配置した点が上述の実施の形態 1 とは異なる。

図 1 1 は、本実施の形態で用いるフロントライト 1 5 0 の構成を示す図面である。

図 1 1 に示すように、本実施の形態では、点状発光源 1 5 1 ・ 1 6 1 として白色 L E D を 2 灯用い、それぞれ後述する線状導光体 1 5 2 ・ 1 6 2 の入射面 1 5 2 a ・ 1 6 2 a に配置した。また、この線状導光体 1 5 2 ・ 1 6 2 の周辺には、拡散反射シート 1 0 3 （図示せず）を配置した。このような配置により、点状発光源 1 5 1 ・ 1 6 1 から発した光を線状の発光状態に変換することが可能である。なお、導光体 1 0 4 としては、上述した実施の形態 1 で用いた導光体 1 0 4 をそのまま使用した。

次に、図 1 2 を用いて本実施の形態における線状導光体 1 5 2 ・ 1 6 2 の形状および配置位置に関して説明する。

図 1 2 に示すように、本実施の形態における線状導光体 1 5 2 ・ 1 6 2 は、上述した実施の形態 1 で用いた線状導光体 1 0 2 を左右対称に重ねることにより構成しており、それぞれの出射面 1 5 2 b ・ 1 6 2 b が導光体 1 0 4 の入射面 1 0 4 a と対向するように配置した（図 4 （a）参照）。

つまり、点状発光源 1 5 1 ・ 1 6 1 は、上記点状発光源 1 0 1 と同等のものであり、線状導光体 1 5 2 ・ 1 6 2 は、上記線状導光体 1 0 2 と

同等のものである。そして、点状発光源 1 5 1 および線状導光体 1 5 2 は、導光体 1 0 4 に対して上記点状発光源 1 0 1 および線状導光体 1 0 2 と同様に配置されている。また、点状発光源 1 6 1 および線状導光体 1 6 2 は、線状導光体 1 5 2 の背面側（出射面 1 5 2 b と対向する面側）において、導光体 1 0 4 に対して点状発光源 1 5 1 および線状導光体 1 5 2 と対称となるようにして配置されている。

図 1 3 は、上述したような構成で得られた線状発光状態を示すものであり、図 1 3 において、横軸は線状導光体 1 5 2 ・ 1 6 2 の出射面長さ方向（X 軸方向）を示し、縦軸は出射面法線方向およびピーク値の出射光輝度（相対値）を示している。本実施の形態では、出射面 1 5 2 b で輝度分布は、法線方向およびピーク値方向で  $(\max / \min) = 1.54$  以下と良好な線状発光状態が得られた。

上述したような設計の線状導光体 1 5 2 ・ 1 6 2 における出射面 1 5 2 b 中央での出射光の角度分布を図 1 4 に示す。

図 1 4 に示すように、線状導光体 1 5 2 ・ 1 6 2 からの出射光は、ほぼ 20 度の方向（第 1 の出射方向）と -20 度の方向（第 2 の出射方向）とにピーク値を持ち、導光体 1 0 4（屈折率  $n = 1.49$ ）に形成された周期構造 1 0 4 f の角度に対して、ほぼ直交する光が出射される。

つまり、線状導光体 1 5 2 ・ 1 6 2 からの出射光における、出射輝度がピーク値を示す方向は、上記式 2 の関係を満たす  $\theta 1$  について、 $+\theta 1$  の方向（第 1 の出射方向）および  $-\theta 1$  の方向（第 2 の出射方向）となるように設定されることが好ましい。このように設定することにより、導光体 1 0 4（図 4（a）参照）に形成された周期構造 1 0 4 f に有効に光を入射させることができ、さらに、導光体 1 0 4 の入射面 1 0 4 a

から $+\theta_1$ の方向となる領域以外の領域についても、有効に光を入射させることができる。

このことについて、再び図12に基づいて説明する。なお、図12では、線状導光体152・162から出射される光の一部を模式的に表している。

線状導光体152から出射角度 $\theta_1 = +20^\circ$ の方向に輝度のピーク値を有する光90（図12中一点鎖線）は、導光体104内において周期方向Rh dと直交する方向に伝搬するため、反射部104e（図4（b）参照）によって反射型液晶表示素子105（図10参照）に向かって反射され、有効に反射型液晶表示素子105を照射する。すなわち、光90の存在により光の利用効率が向上することになる。

一方、線状導光体162から出射角度 $\theta_1 = -20^\circ$ の方向に輝度のピーク値を有する光91（図12中二点鎖線）は、導光体104内において周期方向Rh dと平行に近い方向に伝搬するため、反射部104e（図4（b）参照）の反射作用を受けにくい。そのため、導光体104の側面104h（ここでは、点状発光源151a側の側面）に到達し、この側面104hで反射される。そして、側面104hで反射された光91は、周期方向Rh dと直交する方向に伝搬することになる。

ここで、側面104hで反射された光91は、上記光90が直接達しない領域（図12中破線で囲んだ三角形の領域）にも、伝搬することになるため、光90を補う働きを有している。したがって、導光体104により出射される面状発光状態の光の分布をより均一にすることができる。

したがって、線状導光体162から出射角度 $\theta_1 = -20^\circ$ の方向に

輝度のピーク値を有する光 9 1 は、導光体 1 0 4 の側面 1 0 4 h での反射光を形成することにより、導光体 1 0 4 全体により均一に光を照射し、導光体 1 0 4 から出射される面状発光状態の光の分布をより均一にするためのものである。

5       なお、上記光 9 0 は、主に導光体 1 0 4 の入射面 1 0 4 a から出射角度  $\theta 1 = +20^\circ$  の方向に伝搬するものの、実際には導光体 1 0 4 内部で反射などを繰り返して導光体 1 0 4 全体に広がるものである。したがって、上記光 9 0 によっても、導光体 1 0 4 により出射される面状発光状態の光の分布の均一化を図ることはできるが、上記光 9 1 の存在により、さらに光の分布を均一にすることができる。

10       また、側面 1 0 4 h に反射膜を設けることにより、光 9 1 に対する反射効率を向上させることができるため、好適である。

      上記では、第 2 の出射方向を、導光体 1 0 4 の入射面 1 0 4 a に対して第 1 の出射方向と対称な方向としたが、これに限らず、第 1 の出射方向とは異なる方向であればよい。

15       ここで、実施の形態 1 と同様に、線状導光体 1 5 2 ・ 1 6 2 の出射光における出射輝度分布が、実際の画像表示に与える影響を調べた。ここでは、フロントライト 1 5 0 と反射型液晶表示素子 1 0 5 とを組み合わせ、反射型液晶表示装置を構成し（図 1 0 参照）、画像表示を行った。

20       また、線状導光体 1 5 2 ・ 1 6 2 は、図 1 1 (a) に示したものであるが、線状導光体 1 5 2 の輝度分布（ピーク値方向（ $\theta 1 = +20^\circ$  の方向））を一定値とし、線状導光体 1 6 2 の輝度分布（ピーク値方向（ $\theta 1 = -20^\circ$  の方向））を変化させた。

      そして、実際の画像表示を目視によって観察することにより、表示状

態を、極めて良好 (◎)、良好 (○)、実用上問題なし (△) およびムラが目立つ (×) に分類した。結果を表 4 に示す。

【表 4】

輝度分布(max/min) ( $\theta 1 = +20^\circ$ )	3				
輝度分布(max/min) ( $\theta 1 = -20^\circ$ )	1. 2	1. 7	2	3	3. 6
表示状態	◎	◎	◎	◎	△

表 4 より、線状導光体 1 5 2 ・ 1 6 2 の輝度分布としては、いずれも 3 以下であることが好ましい。

本実施の形態では、線状導光体 1 5 2 ・ 1 6 2 より、 $-20$  度の方向にも光を出射させていることで、導光体 1 0 4 の側端面 1 0 4 h (点状発光源 1 5 1 が設置されている側の側面、図 1 2 参照) で反射する光を有効に導光体 1 0 4 の周期構造 1 0 4 f に導くことができ、輝度分布に優れ、より明るいフロントライトシステムを得ることが可能となる。

また、線状導光体 1 5 2 と導光体 1 0 4 とは、それらの間の距離  $g$  を  $0.5 \text{ mm}$  で配置し、また、線状導光体 1 5 2 の出射面 (出射端面) 1 5 2 b の長さ  $L 2$  は、導光体 1 0 4 の入射面 (入射端面) 1 0 4 a の長さ  $L 1$  に対して左端が  $2 \text{ mm}$  長くなるようにして構成した。

このような構成により、本実施の形態では、導光体 1 0 4 の入射面左端部 (側端面 1 0 4 h 側の部分) に光を有効に入射させることができ、コーナー部から発生する影 (暗部) を防止することができた。

なお、本実施の形態では、線状導光体 (線状導光体 1 5 2 ・ 1 6 2) を 2 本用いた構成について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、図 1 5 に示すような線状導光体 (照明素子) 1 7 2

などを用いて構成してもよい。この線状導光体 1 7 2 は、出射面 1 7 2 b と対向する面 1 7 2 c に二等辺三角形形状の反射部が形成されており、その形状は、ピッチを  $20\ \mu\text{m}$  とし、高さ  $9\ \mu\text{m}$  として形成した。このような設計の線状導光体 1 7 2 においても、点状発光源 1 5 1 ・ 1 6 1 を両端に配置をすることにより、線状導光体 1 7 2 からの出射光は、  
5      ほぼ  $20^\circ$  の方向と  $-20^\circ$  の方向とにピーク値を持ち、コンパクトで明るいフロントライトシステムを得ることが可能となる。

以上のように、本実施の形態によれば、点状発光源（点状発光源 1 5 1 ・ 1 6 1）として LED を 2 灯用い、また線状導光体（線状導光体 1 5 2 ・ 1 6 2）を 2 本用いることにより、明るく輝度分布に優れたフロントライト 1 5 0 および反射型液晶表示装置を得ることができる。  
10

また、線状導光体（線状導光体 1 5 2 ・ 1 7 2）の出射面（出射面 1 5 2 b ・ 1 7 2 b）の長さを導光体 1 0 4 の入射面 1 0 4 a の長さより長くして配置している。具体的には、 $(L_2 - L_1) = 2\text{mm}$  として  
15      いることにより、導光体 1 0 4 に形成される周期構造 1 0 4 f に傾きを持たせた場合においても、入射端面のコーナー部分にまで有効に光を入射させることができ、導光体 1 0 4 のコーナー部分における影の発生を低減することができる。

また、線状導光体（線状導光体 1 5 2 ・ 1 7 2）から出射する線状発  
20      光状態の光が、互いに異なる第 1 および第 2 の出射方向に輝度のピーク値を示す。さらに、好ましくは、第 1 の出射方向と第 2 の出射方向とが、線状導光体 1 5 2 の出射面 1 5 2 b の法線方向に対して対称となっている。

具体的には、導光体 1 0 4 に形成された周期構造 1 0 4 f の角度  $\theta$  が

14°である場合に、角度 $\theta_1 = 20^\circ$ と $-20^\circ$ との方向にピーク値を近づけることにより、導光体104に形成された周期構造（伝搬部104dと反射部104e）104fに有効に光を入射させることができ、より明るく輝度分布に優れたフロントライト150および反射型液晶表示装置を得ることができる。

さらに、第1および第2の出射方向に出射される光の輝度分布が3以下であることが好ましい。これにより、導光体104から出射される面状発光状態の光の輝度分布をより均一にすることができる。

〔実施の形態3〕

以下、本発明の第3の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

なお、実施の形態1または2において説明した構成要素と同等の機能を有する構成要素については、同一の符号を付記しその説明を一部省略する。

図16に示すように、本実施の形態におけるフロントライト（照明装置）200と反射型液晶表示素子105とで構成された反射型液晶表示装置の構成は、上述した実施の形態1と基本的には同じ構成であるが、本実施の形態では、点状発光源（光源部）201として3灯のLEDアレイを配置した点（図17（b）参照）および線状発光状態に変換した点が上述の実施の形態1とは異なる。

図17（a）、図17（b）は、本実施の形態で用いるフロントライト200の構成を示す図面である。

図17（a）、図17（b）に示すように、本実施の形態では、点状発光源201としてLEDを3灯用い、それぞれを基板213上にボン



ディングした後、導光体（面状導光体）204の出射面204bの下端（入射面下面）に配置した。また、この複数の点状発光源201の周辺には、拡散反射シート（変換手段、拡散手段）203を配置した。このような配置により、点状発光源201から発した光を線状の発光状態に変換することが可能である。なお、この点状発光源201は、反射型液晶表示装置の有効表示エリア（横：50.2mm×縦：37.1mm）の横方向を4等分する位置（約10mm間隔）に配置した。

なお、本実施の形態における導光体204は、反射型液晶表示素子105（図16参照）に対して縦方向が長く、導光体204の出射面204bが反射型液晶表示素子105から突出した部分に基板213が配置されている。また、拡散シート203も、導光体204が反射型液晶表示素子105から突出した部分に配置されている。したがって、点状発光源201は、導光体204を介して拡散シート203と対向している（後述する図18参照）。

なお、導光体204の出射面204bおよび周期構造204fは、実施の形態1における導光体104の出射面104bおよび周期構造104fに対応している（図4（a）参照）。

図18は、本実施の形態における線状導光体202の形状および配置位置、発光状態を示す図面である。

図18に示すように、本実施の形態では、点状発光源201の発光部と拡散反射シート203までの距離をL、導光体204の入射面204aの厚さを $t_e$ とした。

なお、線状導光体202は、導光体204の一部であり、反射型液晶表示素子105（図16参照）から突出した部分により形成されている。

ここで、図 1 9 を用いて本実施の形態における点状発光源 2 0 1 と拡散反射シート 2 0 3 の配置（距離  $L$  と厚さ  $t_e$  との差）と、パネル反射後の明るさと線状発光状態での輝度の明暗差の関係に関して説明する。本構成では、距離  $L$  を  $t_e$  に近づけるほど明るくすることが可能であるものの明暗差が大きくなってしまふことが分かる。また、この  $L$  と  $t_e$  との差（ $L - t_e$ ）を大きくした場合には輝度の明暗差が大きくなってしまふことが分かる。特にこの差が 1 0 mm を越えてしまふと装置も大型化してしまふことから、この差は 0 mm から 1 0 mm の範囲内であることが好ましい。また、表示品位をさらに向上させるためには、図 1 9 より 0 mm から 5 mm の範囲が望ましいことも伺える。このことから、本実施の形態では、点状発光源 2 0 1 と拡散反射シート 2 0 3 との距離  $L$  を導光体 2 0 4 の入射面 2 0 4 a の厚さ  $t_e$  と同じに設定した。

また、図 1 8 に示すように、点状発光源 2 0 1 から発した光 5 5 は、導光体 2 0 4 に入射する過程において、拡散反射シート 2 0 3 により複数回拡散反射して光 5 6 となる。本実施の形態では、導光体 2 0 4 の入射面 2 0 4 a での輝度分布は、法線方向で  $(\max / \min) = 2.0$  以下と良好な線状発光状態が得られた。

なお、本実施の形態との比較例として、図 2 0 (a)、図 2 0 (b) に、3 灯の点状発光源 (LED) 1 5 0 1 を直接導光体 1 5 0 4 の入射面 1 5 0 4 a に配置した構成について示す。図 2 0 (a)、図 2 0 (b) に示すように、本構成では、点状発光源 1 5 0 1 を配置した位置に輝度の高い部分（図 2 0 (a) 中破線で示す）が断続的に現れてしまい、表示品位が著しく低下した。

本比較例においても、点状発光源 2 0 1 は、基板 1 5 0 0 に設置され

ており、点状発光源 1 5 0 1 および基板 1 5 0 0 は、拡散反射シート 1 5 0 3 で覆われている。

5 以上のように、本実施の形態によれば、点状発光源 2 0 1 (図 1 7 (b) 参照) から発した光は、光ムラの少ない線状発光状態に変換することができ、コンパクトで輝度の明暗差が少ないフロントライトシステムを得ることが可能となる。

10 なお、本実施の形態では、点状発光源 2 0 1 として L E D を 3 灯用いた構成について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、表示画面の大きさによって点状発光源 2 0 1 の使用数を増加させることが可能で、これにより表示装置の明るさを増加させることが可能となる。但し、このような場合は、消費電力も増加することから、点状発光源 2 0 1 は可能な限り最小数でフロントライト 2 0 0 を構成することが望ましい。

15 また、本実施の形態では、L E D アレイ (複数の点状発光源 2 0 1 からなる) と拡散反射シート 2 0 3 とが導光体 2 0 4 を介して配置された構成について説明を行ったが、本発明はこれに限定されるものではなく、空気層を介して配置した構成としてもよい。

20 ここで、図 2 1 を用いて、本実施の形態におけるフロントライト (照明装置) 2 4 0 と反射型液晶表示素子 1 0 5 とで構成された反射型液晶表示装置の別の構成について説明する。

図 2 1 に示すように、本構成では L E D アレイを導光体 1 0 4 の入射面下面に配置した点は同じであるが、パネルの横方向に発光させた点が上述の構成とは異なっている。また、本構成では、点状発光源 2 0 1 の発光部と拡散反射シート (変換手段、拡散手段) 2 2 3 までの距離 L

(図 2 2 参照) は、約 2. 0 mm の距離に配置した。

つまり、点状発光源 2 0 1 から光が出射する向きは、導光体 1 0 4 の入射面 1 0 4 a の法線方向において、導光体 1 0 4 の内部から外部へ向かう向きに設定されている。

5 図 2 2 は、実施の形態 3 の本構成におけるフロントライト 2 4 0 の形状および配置位置、発光状態を示す図面である。

図 2 2 に示すように、実施の形態 3 における本構成では、点状発光源 2 0 1 として L E D を 3 灯用い、それぞれを基板 2 1 3 上にボンディングした後、導光体 1 0 4 の出射面 1 0 4 b の下方に配置した。また、このときの発光方向 6 0 は、パネル側面側（反射型液晶表示装置の表示面に対して垂直方向）に発光するように構成して配置した。さらに、この複数の点状発光源 2 0 1 の周辺には、拡散反射シート 2 2 3 を配置した。このような配置により、点状発光源 2 0 1 から発した光を線状発光状態（光 6 1）に変換することが可能である。

15 ここで、図 2 3 を用いて、本構成における点状発光源 2 0 1 と拡散反射シート 2 2 3 との配置距離  $L'$  と、パネル反射後の明るさ線状発光状態での輝度の明暗差との関係に関して説明する。

図 2 3 に示すように、本構成では、点状発光源 2 0 1 と拡散反射シート 2 2 3 との距離  $L'$  は近接しているほど明るくすることが可能であるが、輝度の明暗差が大きくなることが分かる。また、距離  $L'$  を大きくした場合には、輝度の明暗差は減少するものの、明るさも減少してしまい、特に 1 0 mm を越えてしまうと装置も大型化してしまうことから、この距離  $L'$  は、0 mm から 1 0 mm の範囲が好ましく、さらに表示品位を向上させるためには、1 mm から 3 mm の範囲がより好ましいとい

える。

実施の形態 3 における本構成では、導光体 104 の出射面 104b で  
の輝度分布は、法線方向で  $(\max / \min) = 1.5$  以下と良好な線  
状発光状態が得られた。

- 5      以上のように、実施の形態 3 における上述の構成においても、点状発  
光源 201 から発した光を光ムラの少ない線状発光状態に変換すること  
ができ、コンパクトで輝度の明暗差が少ないフロントライトシステムを  
得ることが可能となる。

- 10      すなわち、本実施の形態のフロントライト 200・240 には、点状  
発光源 201 からの光を線状発光状態に変換する面状の変換手段（拡散  
反射シート 203・223）が備えられている。そして、この面状の変  
換手段は、一部が点状発光源 201 に対向し、一部が導光体 204・1  
04 の入射面 204a・104a に対向して設けられている。

- 15      これにより、構成する部品点数を削減しつつ、点状発光源 201 から  
発した光を光ムラの少ない線状発光状態に変換することができ、コンパ  
クトで輝度の明暗差が少ないフロントライトシステムを形成することが  
できる。また、装置の大型化や構造の複雑化を避けつつ、光源数を増加  
させることができるので、容易に光量の増加を図ることができる。

- 20      なお、上記面状の変換手段は、点状発光源 201 の近傍に配置されて  
いてもよい。この場合、点状発光源 201 からの光の減衰を防いで光利  
用効率の向上を図ることができる。

本実施の形態では、拡散反射シート 203、223（それぞれ図 18、  
図 22 参照）を用いた構成について説明したが、本発明はこれに限定さ  
れるものではなく、例えば反射シートを用いた構成としてもよい。

## 〔実施の形態 4〕

以下に、本発明の第 4 の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

なお、実施の形態 1 から 3 において説明した構成要素と同等の機能を有する構成要素については、同一の符号を付記しその説明を一部省略する。

図 2 4 は、本実施の形態で用いるフロントライト（照明装置）2 5 0 と反射型液晶表示素子 1 0 5 とで構成された反射型液晶表示装置の構成を示す図面である。

図 2 4 に示すように、本実施の形態では、光源として点状発光源（光源部、LED アレイ）2 5 1（点状発光源 2 0 1（図 1 7（b）参照）に相当）を配置した基板 2 6 3（基板 2 1 3（図 1 7（b）参照）に相当）を用いている点は、上述した実施の形態 3 と同じであるが、点状発光源 2 5 1 を導光体（面状導光体）2 5 4 の入射面 2 5 4 a と対向する面 2 5 4 g に配置した点、導光体 2 5 4 の入射面 2 5 4 a に拡散反射シート（変換手段、拡散手段）2 5 3 を配置した点、導光体 2 5 4 の入射面 2 5 4 a と対向する面 2 5 4 g の厚さを 1. 2 mm にした点異なる。

図 2 5（a）、図 2 5（b）は、本発明の実施の形態で用いるフロントライト 2 5 0 の形状および配置位置を示す図面である。

図 2 5（a）および図 2 5（b）に示すように、本実施の形態では、基板 2 6 3 上に複数の点状発光源 2 5 1 である LED がボンディングされており、導光体 2 5 4 の入射面 2 5 4 a と対向する面 2 5 4 g に配置される。また、導光体 2 5 4 の入射面 2 5 4 a には、拡散反射シート 2 5 3 が配置されており、このようにしてフロントライト 2 5 0 が構成さ

れる。

なお、導光体 2 5 4 の入射面 2 5 4 a の厚さ  $t_{in} = 1.2 \text{ mm}$  とし、入射面 2 5 4 a と対向する面 2 5 4 g の厚さ  $t_{out} = 1.2 \text{ mm}$  とした。

5       このような構成により、本実施の形態では、複数の点状発光源 2 5 1 から発した光 6 5 は、拡散反射シート 2 5 3 に入射する際に、十分に広がりを持った光となり、拡散反射シート 2 5 3 では、反射光 6 6 は、より完全拡散に近い光に変換されて導光体 2 5 4 に再入射させることが可能となっている。本実施の形態では、このような構成により、導光体 2  
10   5 4 の出射面 2 5 4 b での輝度分布は、その面法線方向で ( $\max / \min$ ) = 1.6 と良好な輝度分布が得られた。

以上のように、本実施の形態によれば、複数の点状発光源 2 5 1 を導光体 2 5 4 の入射端面（入射面 2 5 4 a）と対向する端面（面 2 4 5 g）に配置し、入射面 2 5 4 a に配置した拡散手段（拡散反射シート 2 5  
15   3）により拡散させて再入射させることにより、光ムラの少ない線状発光状態に変換することができ、コンパクトで輝度の明暗差が少ないフロントライトシステムを得ることが可能となる。

なお、本実施の形態では、導光体 2 5 4 の入射面 2 5 4 a に拡散反射シート 2 5 3 を配置した構成について説明したが、本発明はこれに限定  
20   されるものではなく、例えば、図 2 6（a）、図 2 6（b）に示すように、導光体 2 5 4 の入射面 2 5 4 a に反射板（変換手段、反射手段）2 7 3 を配置した場合にも同様の効果を得ることが可能である。

この導光体 2 5 4 の入射面 2 5 4 a に反射板 2 7 3 を配置した場合には、図 2 6（a）、図 2 6（b）に示すように、複数の点状発光源 2 5

1 から発した光 7 0 は、反射板 2 7 3 で反射される過程において、十分に広がりを持った入射光に変換され、導光体 2 5 4 の入射面 2 5 4 a に再入射させることが可能となっている。

このような構成では、導光体 2 5 4 の入射面 2 5 4 a に拡散手段を配置した構成と比較して、反射光量の減衰が少ないため、輝度の明暗差が  
5 (max/min) = 1.4 以下となり、より明るいフロントライトシステムを得ることが可能となる。

以上のように、本実施の形態によれば、複数の点状発光源 2 5 1 を導光体 2 5 4 の入射端面（入射面 2 5 4 a）と対向する端面（面 2 5 4 g  
10 ）に配置するとともに、導光体 2 5 4 の入射端面に拡散手段（拡散反射シート 2 5 3、図 2 5（a）参照）または反射手段（反射板 2 7 3、図 2 5（a）参照）を配置することにより、複数の点状発光源 2 5 1 からの光をより効率良く拡散させることができ、明るく輝度の明暗差の少ないフロントライト 2 5 0 および反射型液晶表示装置を得ることができる。

15 〔実施の形態 5〕

以下に、本発明の第 5 の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

なお、実施の形態 1 から 4 において説明した構成要素と同等の機能を有する構成要素については、同一の符号を付記しその説明を一部省略する。  
20

図 2 7 は、本実施の形態で用いるフロントライト（照明装置）3 0 0 と反射型液晶表示素子 1 0 5 とで構成された反射型液晶表示装置を示す図面である。

図 2 7 に示すように、本実施の形態における反射型液晶表示装置も、



基本的な構成は上述した実施の形態 1 と同じであるが、本実施の形態では、線状導光体（照明素子）302 の形状と点状発光源（白色 LED、光源部）301a・301b の配置手法が上述した実施の形態 1 とは異なる。

5 図 28 は、本実施の形態で用いるフロントライト 300 の形状および配置位置を示す図面である。このフロントライト 300 は、図 28 に示すように、点状発光源 301a・301b、線状導光体 302、拡散反射シート（拡散手段）303、導光体 104 で構成されている。

次に、図 29（a）、図 29（b）を用いて、本実施の形態で用いる  
10 フロントライト 300 の詳細について説明する。図 29（a）に示すように、本実施の形態では、点状発光源 301a・301b として白色 LED（日亜化学工業株式会社製：NSCW100）を用い、後述する線状導光体 302 の入射端面に配置した。また、この線状導光体 302 と点状発光源 301a・301b との間には、光学的にマッチングを行う  
15 ために紫外線硬化樹脂（光学的マッチング手段、マッチング手段、接着樹脂）305a・305b を充填した。具体的には、この紫外線硬化樹脂（日本ロックタイト株式会社製：LO-812）を線状導光体 302 と点状発光源 301a・301b との間に滴下し、紫外線を  $1 \text{ J} / \text{cm}^2$  で照射することにより硬化させた。なお、このときの紫外線硬化樹脂  
20 305a と 305b との屈折率  $n_1$  は 1.52 であった。

ここで、図 30 に紫外線硬化樹脂 305a・305b（図 29（a）参照）の屈折率  $n_1$  に対する線状導光体 302（図 29（a）参照）から出射した出射光量についての関係を示す。

図 30 より明らかなように、光学的マッチング処理を行った場合には、

紫外線硬化樹脂 305 a・305 bを配置しない（空気層（Air） $n_0 = 1.00$ を介して配置した構成）場合と比較して、出射光量が増加していることが分かる。なお、本実施の形態では、光学的マッチング手段として、出射効率が最大となるように屈折率  $n_1 = 1.52$  の紫外線硬化樹脂 305 a・305 bを用いた。ここで、本発明はこれに限定されるものではなく、線状導光体 302 の種類によって出射光量の最大値は変化するものの、屈折率  $n_1 = 1.40$  から  $n_1 = 1.70$  の紫外線硬化樹脂 305 a・305 bであれば、線状導光体 302 の種類が変化しても実用に耐え得る出射光量が得られることを見いだした。このとき、紫外線硬化樹脂 305 a・305 bとして屈折率  $n_1 = 1.40$  以下のもの、または  $n_1 = 1.70$  以上のものを用いると、紫外線硬化樹脂 305 a・305 bと線状導光体 302 との界面による表面反射が大きくなり、出射光量が減少してしまう。

このように、光学的にマッチングさせることにより、空気層を介して点状発光源 301 a・301 bと線状導光体 302 とを配置した場合に発生する約 4 %の界面反射を低減させることができる。

また、光学的マッチングとして、屈折率  $n$  が 1.4 以上 1.7 以下の接着樹脂を用いて実現することにより、安価で生産性に優れ、点状発光源 301 a・301 bから十分な出射光量を線状導光体 302 の導光体に導くことができる。

次に、上述した図 29（b）を用いて、本実施の形態で用いる線状導光体 302 の入射面 302 a の形状について説明する。

なお、図 29（b）は、線状導光体 302 および導光体 104 を点状発光源 301 a（図 29（a）参照）側から見た側面図である。また、

線状導光体 3 0 2 において、点状発光源 3 0 1 a 側の入射面 3 0 2 a に  
対向する面、すなわち、点状発光源 3 0 1 b が設置されている側の面も  
入射面 3 0 2 a とする。

図 2 9 ( b ) に示すように、本実施の形態 5 では、この線状導光体 3  
0 2 の入射面 3 0 2 a を台形状とすることによりテーパ処理 3 0 2 h  
を施した。具体的には、線状導光体 3 0 2 の出射面 3 0 2 b の厚さを 1  
. 2 mm とし、導光体 1 0 4 の入射面 1 0 4 a の厚さとほぼ同じ厚さで  
形成した。また、線状導光体 3 0 2 の出射面 3 0 2 b と対向する面の厚  
さを 2 . 0 mm とし、角度  $\theta 5$  が 7 . 6 ° となるようにテーパ処理 3 0  
2 h を施した。

なお、角度  $\theta 5$  は、線状導光体 3 0 2 の出射面 3 0 2 b の法線方向と  
テーパ処理 3 0 2 h を施した面とがなす角度である。

このように、線状導光体 3 0 2 の入射面 3 0 2 a にテーパ処理 3 0 2  
h を施すことにより、線状導光体 3 0 2 の入射端面よりもサイズの大き  
い点状発光源 3 0 1 a ・ 3 0 1 b ( 図 2 9 ( a ) 参照 ) を配置した場合  
であっても、点状発光源 3 0 1 a ・ 3 0 1 b から発した入射光を有効に  
出射面 3 0 2 b に導くことができ、これにより明るいフロントライト 3  
0 0 を提供することができる。

つまり、線状導光体 3 0 2 に形成された入射面 3 0 2 a で受光される  
受光角度を広げることができ、入射光の損失を低減させることができる。

なお、本実施の形態 5 では、線状導光体 3 0 2 の入射端面の両側にテ  
ーパ処理 3 0 2 h を施したが、外形サイズに制約がある場合などには、  
片側のみにテーパ処理 3 0 2 h を施しても良い。また、このときのテー  
パ処理 3 0 2 h の角度  $\theta 5$  についても、本実施の形態のものに限定され

るものではなく、 $0^\circ$  より大きく  $20^\circ$  以下であれば線状導光体 302 の出射面 302b に有効に光を導くことができる。

しかしながら、角度  $\theta_5$  が  $20^\circ$  より大きい場合には、線状導光体 302 の周期構造 302f によって反射された光がテーパ部分（テーパ処理 302h を施した部分）で全反射角度を超えてしまうため、出射面 302b に有効に光を導く効果が低減される。

このように、線状導光体 302 の出射面 302b の厚さと導光体 104 の入射面 104a の厚さとをほぼ等しく形成し、角度  $\theta_5$  を  $0^\circ < \theta_5 \leq 20^\circ$  の範囲内でテーパ処理 302h を施すことにより、点状発光源 301a・301b から発した光を有効に線状導光体 302 に入射させることができるとともに、導光体 104 の入射面 104a に効率よく入射させることができる。

次に、図 31 (a)、図 31 (b) を用いて、本実施の形態で用いるフロントライト 300 (図 28 参照) の線状導光体 302 の形状について説明する。

図 31 (a)、図 31 (b) に示すように、本実施の形態で用いた線状導光体 302 は、出射面 302b と対向する面に、伝搬部 302d と反射部 302e とが交互に周期的に形成されており（周期構造 302f を形成）、この形状は、ピッチ  $P_d$  を  $200\mu\text{m}$  とし、入射面 302a 近傍で反射部 302e の傾斜角度を大きく、中央部で傾斜角度が小さくなるように設計されている。具体的には、入射面 302a 近傍において反射部 302e の幅  $P_5$  と幅  $P_6$  とを  $15\mu\text{m}$ （したがって伝搬部 302d の幅  $P_7$  を  $170\mu\text{m}$ ）、高さ  $h$  を  $15\mu\text{m}$  の二等辺三角形形状とし、中央部では幅  $P_5$  と  $P_6$  とを  $18\mu\text{m}$ （したがって幅  $P_7$  を  $16$

4  $\mu\text{m}$ ）、高さ  $h$  を 15  $\mu\text{m}$  の二等辺三角形形状とした。このように、反射部 302e の傾斜角度を中央部に近づくほど小さく設計することにより、線状導光体 302 からの出射光を均一に出射させることが可能となっている。

5       上記設計の線状導光体 302 における、出射面 302b 中央での出射光の角度分布を図 32 に示す。

図 32 より明らかなように、線状導光体 302 からの出射光は、ほぼ  $\theta_1$  が 15 度の方向（第 1 の出射方向）にピーク値を持っており、導光体 104（屈折率  $n = 1.49$ ）に形成された周期構造 104f の角度  $\theta = 14^\circ$  に対して、ほぼ直交する光が出射される。また、このときの線状導光体 302 の出射面 302b での輝度分布は、法線方向およびピーク値方向で  $(\text{max} / \text{min}) = 1.50$  以下と良好な線状発光状態が得られた。

15       なお、上記の線状導光体 302 からの出射光におけるピーク値の方向（ $\theta_1$  が 15 度の方向）は、厳密には導光体 104 に形成された周期構造 104f の角度  $\theta = 14^\circ$  に対して直交する方向から多少ずれている。しかし、ピーク値の方向は、厳密に周期構造 104f の角度  $\theta = 14^\circ$  に対して直交する方向にある必要はなく、この方向から多少ずれた方向（ $\pm 10^\circ$ ）であっても十分な効果が得られる。

20       以上の説明のように、本実施の形態では、線状導光体 302（以下、適宜図 29（a）、図 29（b）、図 31（a）、図 31（b）参照）に周期構造 302f を形成することにより、点状発光源 301a・301b から発した光を有効に線状発光状態に変換することが可能となっている。また、線状導光体 302 の入射面 302a と点状発光源 301a

・ 3 0 1 b 間との間に紫外線硬化樹脂（光学的マッチング手段） 3 0 5 a ・ 3 0 5 b を配置したことにより、入射効率を向上させて出射光量を増加させることができ、明るいフロントライト 3 0 0 を提供することができる。

5       また、線状導光体 3 0 2 の入射面 3 0 2 a にテーパ処理 3 0 2 h を施すことにより、線状導光体 3 0 2 の入射面 3 0 2 a よりも大きな点状発光源 3 0 1 a ・ 3 0 1 b が配置された場合であっても、周期構造 3 0 2 f で反射された光を有効に出射面 3 0 2 b に導くことが可能となっている。

10       〔実施の形態 6〕

以下に、本発明の第 6 の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

15       なお、実施の形態 1 から 5 において説明した構成要素と同等の機能を有する構成要素については、同一の符号を付記しその説明を一部省略する。

図 3 3 は、本実施の形態で用いるフロントライト（照明装置） 3 5 0 と反射型液晶表示素子 1 0 5 とで構成された反射型液晶表示装置を示す図面である。

20       図 3 3 に示すように、本実施の形態における反射型液晶表示装置は、基本的な構成は上述した実施の形態 5 と同じであるが、本実施の形態では、線状導光体（照明素子） 3 5 2 の形状と点状発光源（白色 L E D、光源部） 3 5 1 の配置位置が異なる。

図 3 4 は、本実施の形態で用いたフロントライト 3 5 0 の形状および配置位置を示す図面である。このフロントライト 3 5 0 は、図 3 4 に示

5      すように、点状発光源 3 5 1、線状導光体 3 5 2、拡散反射シート 1 0 3、導光体 1 0 4 で構成されている。また、本実施の形態では、点状発光源 3 5 1 を反射型液晶表示素子 1 0 5（図 3 3 参照）の厚み 1.5 mm を利用して線状導光体 3 5 2 の下面に配置した。このように配置することでコンパクトなフロントライト 3 5 0 を提供することができる。

10      次に、図 3 5（a）、図 3 5（b）、図 3 6（a）、図 3 6（b）を用いて本実施の形態で用いたフロントライト 3 5 0 の詳細について説明する。図 3 5（a）は、本実施の形態で用いた線状導光体 3 5 2 と点状発光源 3 5 1 との配置斜視図であり、本実施の形態では点状発光源 3 5 1 を線状導光体 3 5 2 の下面（入射面 3 5 2 a）に 3 灯（点状発光源 3 5 1 a・3 5 1 b・3 5 1 c）配置している。また、図 3 5（b）は、本実施の形態で用いた線状導光体 3 5 2 と導光体 1 0 4 との配置平面図であり、図 3 6（b）はその側面図であり、線状導光体 3 5 2 の出射面 3 5 2 b と対向する面 3 5 2 c には、伝搬部 3 5 2 d と反射部 3 5 2 e が繰り返し交互に形成されている（周期構造 3 5 2 f）。なお、この形状については、上述した実施の形態 5 で用いた反射部 3 0 2 e と伝搬部 3 0 2 d（図 3 1（b）参照）との繰り返し（周期構造 3 0 2 f）と同様の形状とした。

20      また、本実施の形態では、図 3 6（a）に示すように、線状導光体 3 5 2 の断面部にテーパ形状を形成した。具体的には、線状導光体 3 5 2 の出射面 3 5 2 b の厚さ  $t_4$  を 2 mm とし、その両端に角度  $\theta_6 = 45^\circ$  のテーパ部（反射面）3 5 2 g を形成した。また、中央部には点状発光源 3 5 1 b の光軸とテーパ部 3 5 2 g との中心が一致するように角度  $\theta_6 = 45^\circ$  のテーパ部 3 5 2 g を形成した。このようにテーパ部 3 5

2 g を形成することにより、線状導光体 3 5 2 の下面に配置された点状発光源 3 5 1 からの入射光をテーパ部 3 5 2 g で反射させて有効に伝搬部 3 5 2 d と反射部 3 5 2 e に導くことが可能となる。

また、線状導光体 3 5 2 のテーパ部 3 5 2 g の数を増加させることで、  
5 画面サイズが大きくなる場合にも、これに応じて光源数を増加した明るいフロントライト 3 5 0 を提供することが可能となる。

なお、上記のテーパを形成する面に、金属反射膜を形成することにより、点状発光源 3 5 1 からの光をより効率的に線状導光体 3 5 2 へ入射させることが可能になる。

10 以上の説明のように、本実施の形態では、線状導光体 3 5 2 の入射面 3 5 2 a には、点状発光源 3 5 1 からの入射光を線状導光体 3 5 2 に形成された周期構造 3 5 2 f 側に反射する様に反射面（テーパ部 3 5 2 g）を形成していることにより、これまで 2 灯までの配置しかできなかった点状発光源 3 5 1 の数を画面サイズに応じて増加することが可能となり、  
15 明るいフロントライト 3 5 0 を提供することができる。

#### 〔実施の形態 7〕

以下に、本発明の第 7 の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

なお、実施の形態 1 から 6 において説明した構成要素と同等の機能を  
20 有する構成要素については、同一の符号を付記しその説明を一部省略する。

図 3 7 は、本実施の形態で用いるフロントライト（照明装置）4 0 0 と反射型液晶表示素子 1 0 5 とで構成された反射型液晶表示装置を示す図面である。



図38(a)に示すように、本実施の形態で用いたフロントライト400は、点状発光源部に、3灯のLEDを配置した第1のLEDアレイ401aと、同様に3灯のLEDを配置した第2のLEDアレイ401bを導光体(面状導光体)404の入射面404aおよび入射面404aと対向する面404gに配置している。なお、このときの第1のLEDアレイ401aと第2のLEDアレイ401bとは、図39(a)に示すように、各LED403a・403b部分が交互に位置するように配置されている。

つまり、導光体404は、入射面404aおよび入射面404aと対向する面404gにより、互いに対向する2つの入射面を形成している。

次に、図38(a)および図38(b)を用いて本実施の形態における導光体404の伝搬部404dと反射部404eとの形状(周期構造404fの形状)を説明する。図38(a)および図38(b)に示すように、伝搬部404dと反射部404eとは、そのピッチ $P_d$ を $390\mu\text{m}$ とし、反射部404eの幅 $P_8$ と幅 $P_9$ とを $5\mu\text{m}$ 、高さ $h$ を $5\mu\text{m}$ の二等辺三角形状とした。このように導光体404の反射部404e形状を二等辺三角形状とすることにより、入射面404a側から入射した光と、入射面と対向する面404g側から入射した光とを均一に反射型液晶表示素子105(図37参照)側に導くことが可能となる。

なお、導光体404における、伝搬部404dと反射部404eとが形成されている面に対向する面が、出射面404bである。

ここで、上述したLEDアレイ401a・401bの駆動方法について説明する。

図 3 9 ( b ) は、第 1 の L E D アレイ 4 0 1 a と第 2 の L E D アレイ 4 0 1 b との結線図である。図 3 9 ( b ) に示すように、第 1 の L E D アレイ 4 0 1 a と第 2 の L E D アレイ 4 0 1 b とは互いにその極性が逆方向を示すように接続した。また、各 L E D アレイ 4 0 1 a ・ 4 0 1 b には、図 3 9 ( c ) に示すような信号を印加した。

本実施の形態では、入力信号としては、周波数  $f = 120 \text{ Hz}$ 、電圧  $V_{in}$  に  $\pm 5 \text{ V}$  を印加し、第 1 の L E D アレイ 4 0 1 a と第 2 の L E D アレイ 4 0 1 b とを交互に発光させた。

このように、導光体 4 0 4 ( 図 3 8 ( a ) 参照 ) の入射面 4 0 4 a と、入射面 4 0 4 a に対向する面 4 0 4 g とに配置された L E D アレイ 4 0 1 a ・ 4 0 1 b を交互に点灯させることにより、L E D 4 0 3 a ・ 4 0 3 b からの発光によるムラの発生を抑制することができる。

また、点灯の周波数を  $60 \text{ Hz}$  以上で点滅させることにより、発光のチラツキ ( フリッカー ) の発生を防止することができる。なお、点灯周波数を高くすることにより点灯のチラツキを防止することができるが、周波数を高くすることは消費電力を上げることになってしまうため、好ましくは  $10 \text{ kHz}$  以下とすることが望ましい。

以上説明のように、本実施の形態によると、L E D アレイ 4 0 1 a ・ 4 0 1 b を導光体 4 0 4 の入射面 4 0 4 a と入射面 4 0 4 a に対向する面 4 0 4 g に配置し、第 1 の L E D アレイ 4 0 1 a と第 2 の L E D アレイ 4 0 1 b とを交互に点滅させ、発光状態を互いに補間することにより、輝線の明暗差を改善した線状発光状態を提供することが可能となる。

また、このとき同数の L E D を常時点灯させる場合に比べて、低消費電力化を図ることができるとともに、点灯の周波数  $f$  を  $60 \text{ Hz} \leq f \leq$

10 kHz の範囲で繰り返し発光させることにより、フリッカーの発生（点滅の認識）を抑えたフロントライト 400 を提供することが可能になる。

〔実施の形態 8〕

5 以下に、本発明の第 8 の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

なお、実施の形態 1 から 7 において説明した構成要素と同等の機能を有する構成要素については、同一の符号を付記しその説明を一部省略する。

10 図 43 は、本実施の形態で用いるフロントライト（照明装置）450 と反射型液晶表示素子（画像表示素子）455 とで構成された反射型液晶表示装置を示す図面である。

図 43 に示すように、本実施の形態における反射型液晶表示装置は、基本的な構成は上述した実施の形態 1 と同じであるが、本実施の形態では、線状導光体（照明素子）452 および導光体（面状導光体）454 の形状が異なる。

また、本実施の形態では、反射型液晶表示素子 455 として、3.9 型・ストライプ配列であり、水平画素数が各 R、G、B 画素ごとに 320 画素、垂直画素数が 240 画素、画素ピッチは水平方向  $P_h$  が 0.0826 mm、垂直方向  $P_v$  が 0.248 mm のものを用いた。反射型液晶表示素子 455 における上記以外の構成は、実施の形態 1 における反射型液晶表示素子 105（図 1 参照）と同等である。

まず、上記フロントライト 450 の詳細について図 44（a）および図 44（b）に基づいて説明する。図 44（a）は、上記反射型液晶表

示装置におけるフロントライト 4 5 0 の部分の斜視図であり、図 4 4 (b) は、フロントライト 4 5 0 の導光体 4 5 4 の一部の拡大図である。

本実施の形態では、点状発光源（光源部） 4 5 1 a ・ 4 5 1 b として、白色 L E D （Light Emitting Diode）（日亜化学工業株式会社製：N S C W 1 0 0）が線状導光体 4 5 2 の後述する入射面（入射端面）に配置されている。また、線状導光体 4 5 2 の周辺には、拡散反射シート 1 0 3 が配置されている。

導光体 4 5 4 は、線状導光体 4 5 2 により線状発光状態に変換されて出射された光を面状発光に変換するものである。この導光体 4 5 4 により面状発光状態に変換された光によって、反射型液晶表示素子 4 5 5 （図 4 3 参照）が照明される。この導光体 4 5 4 は、線状導光体 4 5 2 の後述する出射面が入射面 4 5 4 a に対向するようにして配置されている。

導光体 4 5 4 は、例えば、ポリメチルメタクリレートを射出成形することにより作製されている。そして、導光体 4 5 4 は、入射面 4 5 4 a 、出射面 4 5 4 b 、および対向面 4 5 4 c を備えている。ここで、出射面 4 5 4 b は、入射面 4 5 4 a に対してほぼ垂直な面であり、対向面 4 5 4 c は、出射面 4 5 4 b に対向する面である。また、対向面 4 5 4 c には、伝搬部 4 5 4 d と反射部 4 5 4 e とからなるプリズム状の周期構造 4 5 4 f が形成されている。導光体 4 5 4 の出射面 4 5 4 b にも、実施の形態 1 と同様に反射防止処理が施されている。

また、周期構造 4 5 4 f の形状は、点状発光源 4 5 1 a ・ 4 5 1 b から出射され、線状導光体 4 5 2 により線状発光状態に変換されて導光体 4 5 4 に入射する光を、反射型液晶表示素子 4 5 5 （図 4 3 参照）側に有効に出射できるように設定されている。具体的には、周期構造 4 5 4

fの周期であるピッチ $P_d$ が0.16mm、伝搬部454dのピッチ $P_1$ が0.15mm、反射部454eのピッチ $P_2$ が0.01mm、伝搬部454dと反射部454eとにより形成されるプリズムの高さ $h$ が0.01mmと設定されている。

5       ここで、本実施の形態における導光体454は、実施の形態1における導光体104（図4（a）参照）に対して、画素パターンの垂直方向 $P_{vd}$ と周期構造454fの周期方向 $R_{hd}$ とが平行に形成されている（角度 $\theta = 0$ 度）点で異なっている。したがって、周期構造454fの  
10       周期方向 $R_{hd}$ は、入射面454aに対して平行となる。また、実施の形態1と同様に、入射面454aの厚さ $t_{in} = 1.2$ mmであり、入射面454aと対向する面454gの厚さ $t_{out} = 0.8$ mmである。

次に、本実施の形態における線状導光体452の詳細構造について図45（a）から図45（d）に基づいて説明する。図45（a）、図45（b）および図45（c）は、それぞれ線状導光体452の構造を示す平面図、正面図および側面図であり、図45（d）は、線状導光体452のプリズム状の部分の拡大図である。  
15

なお、点状発光源451a・451bは、線状導光体452の両端部に配置されており、点状発光源451a・451bから照射された点状発光の光は、線状導光体452に入射することにより線状発光の光に変換される。線状導光体452は、導光体454の入射面454a（図44（a）参照）に配置されており、線状導光体452で線状発光に変換された光は、さらに導光体454に入射することによって面状発光の光に変換される。  
20

線状導光体452は、例えば、ポリメチルメタクリレートを射出成形

することにより作製された、長さ $L_a$ が80 mm、幅 $W$ が3 mm、厚さ $t$ が1 mmの外形寸法を有し、屈折率が1.49である直方体の素材に、適宜加工が施されることにより、以下に説明する形状とされたものである。

5        この線状導光体452は、入射面452a、入射面（第2の入射面）452b、出射面452cおよび対向面452dを有している。ここで、入射面452a・452bは、互いに対向する平行な面である。出射面452cは、入射面452a・452bそれぞれに対して垂直な面であり、対向面452dは、出射面452cに対して平行な面である。線状導光体452の入射面452a・452bの両側には、それぞれ上記点状発光源451a・451bが配置される。なお、図45(a)から図45(d)では、点状発光源451a・451bを図45(a)にのみ図示し、他では省略している。

15        また、線状導光体452の対向面452dには、伝搬部（平坦部）452eおよび反射部（傾斜部）452f・452gからなるプリズム状の周期構造452hが形成されている。この周期構造452hは、対向面452dに形成された複数の切り込み部と、対向面452dにおける隣接する切り込み部分の間の部分（上記伝搬部452e）とから構成されている。

20        この反射部452f・452gは、点状発光源451a・451bから出射され、入射面452a・452bに入射して線状導光体452を伝搬する光の一部を反射させることにより、出射面452c方向から適切な方向に出射させる機能を有している。

そして、切り込み部の断面形状（入射面452a・452bおよび出

射面 4 5 2 c に対して垂直な面における断面形状) は、伝搬部 4 5 2 e を含む平面内に底辺が位置し、この平面に対して出射面 4 5 2 c 側に頂点が位置する二等辺三角形となっている。また、この二等辺三角形における底辺以外の 2 辺 (長さが等しい 2 辺) は、それぞれ上記反射部 4 5 2 f ・ 4 5 2 g を形成する面に相当している。

ここで、各切り込み部において、点状発光源 4 5 1 a に近い側の面が反射部 4 5 2 f であり、点状発光源 4 5 1 b に近い側の面が反射部 4 5 2 g である。以下では、反射部 4 5 2 f ・ 4 5 2 g からなる切り込み部をプリズム 4 5 2 p と称する。また、プリズム (切り込み部) 4 5 2 p の上記断面形状における二等辺三角形の頂点の位置に相当する部分を、プリズム 4 5 2 p の谷部 4 5 2 i と称する。

なお、上記複数のプリズム 4 5 2 p は、以下に説明するように必ずしも全てが同じ形状となっているものではないため、厳密には周期的な構造ではないが、ここでは便宜的に周期構造 4 5 2 h と称している。

ここで、次の点について定義する。まず、線状導光体 4 5 2 の長手方向 (点状発光源 4 5 1 a と点状発光源 4 5 1 b とを結ぶ方向、線方向) に X 軸をとり、点状発光源 4 5 1 a から点状発光源 4 5 1 b に向かう向きを正とする。また、上記各プリズム 4 5 2 p を、点状発光源 4 5 1 a 側から順に第 i 番目 ( $i = 1, 2, 3, \dots$ ) のプリズム 4 5 2 p とするとともに、以下に説明する各記号の添字 i は第 i 番目のプリズム 4 5 2 p に対応しているものとする。

図 4 5 (a) および (d) における各記号は、次の通りである。まず、反射部 4 5 2 f ・ 4 5 2 g が、対向面 4 5 2 d および出射面 4 5 2 c に対して成す角度をそれぞれプリズム角度  $\theta_{11}$  ・  $\theta_{12}$  とする。また、

上記プリズム 4 5 2 p が形成されているピッチ（互いに隣接するプリズム 4 5 2 p の谷部 4 5 2 i の間隔）を  $p_t$  とし、点状発光源 4 5 1 a 側からの第  $i$  番目のプリズム位置（プリズム 4 5 2 p の谷部 4 5 2 i の位置）を  $x_i$  とする。なお、 $x_i$  の起算点は、線状導光体 4 5 2 の点状発光源 4 5 1 a 側の位置（ここでは線状導光体 4 5 2 の端部）であり、この位置を  $x_0$  とすると  $x_0$  は、 $x_i$  から X 軸の負方向側に  $p_t$  離れた位置とする。

そして、第  $i$  番目のプリズム 4 5 2 p において、プリズム高さ（切り込み深さ、伝搬部 4 5 2 e を含む平面から谷部 4 5 2 i までの距離）を  $d_i$ 、プリズム幅（切り込み幅、対向面 4 5 2 d における切り込み部の X 軸方向の幅）を  $p w_i$  とする。さらに、プリズム幅  $p w_i$  のうち、反射部 4 5 2 f の幅（X 軸方向の幅）を  $p w_{1i}$ 、反射部 4 5 2 g の幅（X 軸方向の幅）を  $p w_{2i}$  とする。また、第  $i$  番目のプリズム 4 5 2 p および第  $(i + 1)$  番目のプリズム 4 5 2 p の間における伝搬部 4 5 2 e の X 軸方向の幅と、第  $i$  番目のプリズム 4 5 2 p のプリズム幅  $p w_i$  との和を単位幅  $t w_i$  とする。

ここで、線状導光体 4 5 2 におけるプリズム角度と、線状導光体 4 5 2 からの出射光のピーク値（極大値）方向について図 5 9 を用いて説明する。図 5 9 は、線状導光体において、出射角度  $\theta_1$  に対する輝度を、プリズム角度ごとに表したグラフである。なお、図 5 9 では、プリズム角度  $\theta_{11}$  とプリズム角度  $\theta_{12}$  が等しい線状導光体 4 5 2 に関するデータである。

本実施の形態では、角度  $\theta = 0^\circ$  であるため、導光体 4 5 4（図 4 4（a）参照）の入射面 4 5 4 a に対して垂直方向から入射する光の輝度



を増加させることによって導光体 4 5 4 での光の利用効率を向上させることができる。つまり、線状導光体 4 5 2 からの出射光のうち、出射角度  $\theta 1 = 0^\circ$  の方向に出射する光の輝度を増加させることが好ましい。そこで、図 5 9 より、出射角度  $\theta 1 = 0^\circ$  においてピーク値を示すプリズム角度として、プリズム角度  $\theta 1 1 \cdot \theta 1 2 = 43^\circ$  を採用する。

つまり、反射部 4 5 2 f ・ 4 5 2 g が対向面 4 5 2 d に対してそれぞれなす角度を等しくし、プリズム角度  $\theta 1 1 \cdot \theta 1 2$  をいずれも  $43^\circ$  に設定する。

この線状導光体 4 5 2 は、屈折率が 1.49 であるため、線状導光体 4 5 2 内部から外部（空気層）へ光が出射する際の臨界角は約  $42^\circ$  となる。ここで、プリズム角度  $\theta 1 1 \cdot \theta 1 2 = 43^\circ$  と点状発光源 4 5 1 a ・ 4 5 1 b と反射部 4 5 2 f ・ 4 5 2 g との位置関係を考慮すると、点状発光源 4 5 1 a ・ 4 5 1 b からの光は、反射部 4 5 2 f ・ 4 5 2 g に対して、臨界角より大きい入射角で入射する割合が大きいと考えられる。したがって、反射部 4 5 2 f ・ 4 5 2 g に入射する光の多くは、反射部 4 5 2 f ・ 4 5 2 g によって全反射されることになる。その結果、線状導光体 4 5 2 から外部へ漏れる光の量を小さくすることができ、光の利用効率を向上させることができる。

また、プリズムピッチ  $p t$  は全体で均一であり、 $p t = 0.5 \text{ mm}$  と設定されている。

ここで、線状導光体 4 5 2 は、X 軸方向において、中央部（端部から  $40 \text{ mm}$  の位置）に対して対称になるように形成されている。したがって、以下では特に断らない限り中央部から点状発光源 4 5 1 a 側に関してのみ説明する。

プリズム高さ  $d_i$  は、プリズム位置  $x_i$  に応じて変化するように形成されている。具体的には、入射面 4 5 2 a に近いプリズム 4 5 2 p のプリズム高さ  $d_i$  が小さく、線状導光体 4 5 2 の中央に近づくにつれてプリズム高さ  $d_i$  が大きくなるように設定されている。つまり、線状導光体 4 5 2 全体では、両端においてプリズム高さ  $d_i$  が小さく、中央に近いほどプリズム高さ  $d_i$  が大きくなるように設定されている。ただし、上記条件は、平均的に満たされておればよく（例えば X 軸方向において 5 mm 間隔毎に平均したプリズム高さ  $d_i$  が下記条件を満たす場合など）、各プリズム間で厳密に上記条件を満たしていなくてもよい。

ここでは、さらに、第  $(i + 1)$  番目および第  $i$  番目 ( $i$  は自然数) のプリズム 4 5 2 p において、プリズム位置に対するプリズム高さの傾斜（傾き）が、

$$\text{傾き} = (d_{i+1} - d_i) / (x_{i+1} - x_i) = 0.0011$$

の関係となるように設定されている。また、各プリズム 4 5 2 p の谷部 4 5 2 i を含む平面と対向面 4 5 2 d とが成す角度をプリズム高さの傾斜角  $\theta d$  とすると、上記関係は

$$\tan \theta d = 0.0011$$

のように表すこともできる。したがって、プリズム高さの傾斜角  $\theta d$  は約  $0.063^\circ$  となる。

実際に、上記条件を満たす形状となるように線状導光体 4 5 2 を作製した。実際に作製した線状導光体 4 5 2 の形状を表 5 に示す。なお、表 5 に示した値は、実際に作製した線状導光体 4 5 2 の形状を、デューエル／テンコール社製のアルファーステップ 300 により測定した結果であり、単位は mm である。また、表 5 には線状導光体 4 5 2 の中央部に位

置する第 8 0 番目のプリズム 4 5 2 p までのものの一部を示している。

【表 5】

	位置	プリズム高さ	プリズム幅 p w <sub>i</sub>	
i	x <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	p w 1 <sub>i</sub> (mm)	p w 2 <sub>i</sub> (mm)
1	0.5	0.0277	0.0297	0.0297
2	1.0	0.0283	0.0303	0.0303
...	...	...	...	...
7 9	39.5	0.0706	0.0757	0.0757
8 0	40.0	0.0712	0.0763	0.0763

ここで、線状導光体 4 5 2 の対向面 4 5 2 d におけるプリズム 4 5 2 p の占有率（プリズム占有率）、すなわち対向面 4 5 2 d の面積（プリズム 4 5 2 p が形成されていない場合の面積）に対するプリズム 4 5 2 p が形成されている部分の面積の比率について図 4 6 に基づいて説明する。図 4 6 は、線状導光体 4 5 2 の平面図である。ここで、I 個（I は自然数）のプリズム 4 5 2 p におけるプリズム占有率を式 3 のように定義することができる。

$$\text{プリズム占有率} = \left\{ \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I (p w 1_i + p w 2_i) \right\} / p t \cdots \text{式 3}$$

そして、この場合の線状導光体 4 5 2 では、プリズム占有率が 2 1 . 4 % となる。

次に、上記の線状導光体 4 5 2 における輝度分布を図 6 に示す方法により測定した。なお、ここでは、輝度計を出射角度  $\theta_1 = 0$  の方向に設定した状態（輝度計の光軸が出射面 4 5 2 c に対して垂直となる状態）で、線状導光体 4 5 2 に設けた点状発光源 4 5 1 a ・ 4 5 1 b を発光さ

せ、輝度計を線状導光体 4 5 2 の長手方向（X 軸方向）に 1 0 m m 間隔で移動させて、各位置での線状導光体 4 5 2 からの出射光の輝度を求めた。

その結果、上記の線状導光体 4 5 2 では、全長における輝度の最大値と最小値との比である輝度分布（max/min）は 1. 8 であった。線状導光体 4 5 2 からの線状発光の光は、その輝度分布が小さい、すなわち均一であるほど、導光体 4 5 4 において均一な面状発光状態を形成することができ、ムラのない照明光を形成することができる。そして、この輝度分布は、1 以上であり、3 以下であれば実用的である。したがって、本線状導光体 4 5 2 では、実用上問題がない均一な線状発光状態が形成されていることになる。

次に、プリズム高さの傾斜を変更した場合の輝度分布の変化について図 4 7 に基づいて説明する。図 4 7 は、プリズム高さの傾斜  $((d_{i+1} - d_i) / (x_{i+1} - x_i))$  に対する輝度分布（max/min）の変化を表すグラフである。

図 4 7 より、プリズム高さの傾斜が 0. 0 0 0 1 では輝度分布が 3 であり、プリズム高さの傾斜が 0. 0 0 0 1 から約 0. 0 0 3 の範囲では、プリズム高さの傾斜を大きくすることで、線状導光体 4 5 2 からの出射光の輝度分布が小さくなる、すなわち輝度分布が改善されることになる。

一方、プリズム高さの傾斜が約 0. 0 0 3 を越えると、輝度分布は増大する傾向にあり、0. 0 5 を越えると輝度分布が 3 を越えることになる。ここで、上述のように、線状導光体 4 5 2 の輝度分布は、3 以下であれば実用上問題ない。このことを考慮すると、プリズム高さの傾斜は、0. 0 0 0 1 以上で、0. 0 5 以下の範囲内に設定することが好ましい。

次に、プリズム占有率を変更した場合の光利用効率の変化を図 4 8 に基づいて説明する。図 4 8 は、プリズム占有率に対する光利用効率の変化を表すグラフである。ここで、光利用効率とは、点状発光源 4 5 1 a ・ 4 5 1 b から線状導光体 4 5 2 に入射する光の光束の総和に対する、線状導光体 4 5 2 により線状発光状態に変換された光の光束の総和の比率をパーセンテージで表したものである。

なお、点状発光源 4 5 1 a ・ 4 5 1 b から線状導光体 4 5 2 に入射する光の光束の総和は、点状発光源 4 5 1 a ・ 4 5 1 b の出射面の有効部分以外の部分を遮蔽したうえで、点状発光源 4 5 1 a ・ 4 5 1 b を積分球に設置して測定した。同様に、線状導光体 4 5 2 により線状発光状態に変換された光の光束の総和は、線状導光体 4 5 2 の出射面 4 5 2 c 以外の部分を遮蔽したうえで、線状導光体 4 5 2 を積分球に設置して測定した。

図 4 8 より、プリズム占有率が 5 % 以上では、光利用効率が約 3 0 % 以上となる。

ここで、プリズム占有率が 5 % および 9 . 8 % である線状導光体 4 5 2 を用いて、図 4 4 ( a ) に示す構成のフロントライト 4 5 0 をそれぞれ形成し、そのフロントライト 4 5 0 による面状発光状態の光の明るさを測定したところ、それぞれ  $1 \text{ cd/m}^2$  および  $1.4 \text{ cd/m}^2$  であった。これらはいずれも補助照明手段として実用上問題がない十分な明るさである。

以上より、プリズム占有率を 5 % 以上に設定することにより、線状導光体 4 5 2 での光利用効率が 3 0 % 以上、フロントライト 4 5 0 における面状発光状態の光の明るさが  $1 \text{ cd/m}^2$  以上と、いずれも実用的で

あり好適である。

一方、プリズム占有率が大きくなると、線状導光体 4 5 2 の伝搬部 4 5 2 e (図 4 5 (d) 参照) の面積が小さくなる。ここで、この伝搬部 4 5 2 e の機能について図 4 9 に基づいて説明する。図 4 9 は、線状導光体 4 5 2 における光の伝搬の様子を表した模式図である。入射面 4 5 2 a から入射し、プリズム 4 5 2 p に達する光において、一部の光は、点状発光源 4 5 1 a から直接反射部 4 5 2 f に達するが、他の光 (図 4 9 中一点鎖線) は、伝搬部 4 5 2 e および出射面 4 5 2 c での反射を繰り返して反射部 4 5 2 f に達することになる。つまり、伝搬部 4 5 2 e は、点状発光源 4 5 1 a からの光を線状導光体 4 5 2 の長手方向に伝搬させる機能を有しているものである。

したがって、プリズム占有率が大きくなり、伝搬部 4 5 2 e の面積が小さくなると、光を線状導光体 4 5 2 の長手方向に伝搬させる機能が低下する。その結果、点状発光源 4 5 1 a から線状導光体 4 5 2 の長手方向に遠ざかるにつれて、線状導光体 4 5 2 の出射面 4 5 2 c からの出射光量が減少することになり、輝度分布が悪化する。

以上のように、伝搬部 4 5 2 e の面積を確保する必要があるため、プリズム占有率は 80% 以下に設定することが好ましい。

次に、単位幅  $t w_i$  について図 5 0 (a) から図 5 0 (d) に基づいて説明する。図 5 0 (a) から図 5 0 (d) は、線状導光体 4 5 2 における単位幅  $t w_i$  と出射面 4 5 2 c での光の分布との関係を表す概念図であり、図 5 0 (a) および図 5 0 (b) は、単位幅  $t w_i$  が相対的に大きい場合における、それぞれ平面図および正面図であり、図 5 0 (c) および図 5 0 (d) は単位幅  $t w_i$  が相対的に小さい場合における、

それぞれ平面図および正面図である。図 5 0 (b) および図 5 0 (d) における斜線部は、線状導光体 4 5 2 による光の照射時に、出射面 4 5 2 c において比較的輝度が大きい部分、すなわち明るい部分（明部）を示している。

5 図 5 0 (c) および図 5 0 (d) に示すように、比較的単位幅  $t w_1$  が小さい場合（例えば、単位幅  $t w_1 = 2.0 \text{ mm}$  の場合）では、明部と明部の間に生じる比較的輝度が小さい部分、すなわち暗い部分（暗部）の幅が、明部の幅に対して小さい、または暗部が生じないため、線状発光状態における輝度分布は小さい。

10 一方、図 5 0 (a) および図 5 0 (b) に示すように、比較的単位幅  $t w_1$  が大きい場合（例えば単位幅  $t w_1 = 3.0 \text{ mm}$  の場合）では、暗部の幅が明部の幅に対して無視できない程度に大きくなるため、線状発光状態においても、暗部に起因する輝度分布が大きくなる。

15 具体的には、単位幅  $t w_1$  が  $2.0 \text{ mm}$  を越える場合では上述のように線状発光状態における輝度ムラが生じやすくなるため、単位幅  $t w_1$  は  $2.0 \text{ mm}$  以下であることが好ましい。ただし、単位幅  $t w_1$  を  $0.05$  より小さくすると、プリズム 4 5 2 p 自体の形成が困難になるため、単位幅  $t w_1$  は  $0.05 \text{ mm}$  以上が好ましい。

20 本実施の形態では、線状導光体 4 5 2 のプリズム角度  $\theta_{11} \cdot \theta_{12}$  (図 4 5 (d) 参照) をいずれも  $43^\circ$  と設定したが、プリズム角度  $\theta_{11} \cdot \theta_{12}$  はこれに限られるものではない。

ここで、プリズム角度  $\theta_{11} \cdot \theta_{12}$  は、線状導光体 4 5 2 (図 4 5 (a) 参照) からの出射光の輝度がピーク値となる方向に影響を与えるものである。上述のように、プリズム角度  $\theta_{11} \cdot \theta_{12}$  がいずれも 4

3°である場合は、輝度のピーク値が出射面452cの法線方向となる。これは、導光体454（図44（a）参照）の周期方向454fが線状導光体452の出射面452cと平行に形成されている場合に適している。

5       ここでは、プリズム452pのプリズム角度を43°とすることにより、法線方向へピーク値を持つ出射光を得ることができ、導光体454に形成された周期構造454fに効率よく光を入射でき、明るい照明手段を提供できる。

10       また、プリズム角度 $\theta_{11} \cdot \theta_{12}$ は、出射光のピーク値が導光体454内において周期構造454fに適した方向（周期方向に対して直交する方向）になるように設定することが好ましい。

15       以上のように、線状導光体452の出射面452cと対向する対向面452dに複数のプリズム452pを形成し、出射面452cの長さ方向における任意の点 $x_i$ でのプリズム高さを $d_i$ としたとき、 $(d_{i+1} - d_i) / (x_{i+1} - x_i)$ で示される傾きを0.0011とするとともに、出射面452cの長手方向における中央部を中心に対称とすることにより、線状導光体452の両側に配置した点状発光源451a・451bからの入射光を輝度分布に優れた線状発光状態に変換でき、均一な照明装置を提供できる。

20       なお、プリズム高さの傾斜 $((d_{i+1} - d_i) / (x_{i+1} - x_i))$ は、必ずしも一定である必要はない。このことについて図51（a）および図51（b）に基づいて説明する。図51（a）および図51（b）は、プリズム高さの傾斜の態様を表す模式図である。

上記の線状導光体452は図51（a）に示すように、プリズム高さ



の傾斜が一定のものである。したがって、各プリズム 4 5 2 p の谷部 4 5 2 i は、傾斜線（図 5 1（a）中一点鎖線）上に位置している。

本実施の形態における線状導光体 4 5 2 は、これに限らず、例えばプリズム 4 5 2 p が図 5 1（b）のように設定されていてもよい。図 5 1（b）に示す線状導光体 4 5 2 では、互いに隣接する第（i + 1）番目および第 i 番目のプリズム 4 5 2 p において、プリズム高さ  $d_{i+1}$  とプリズム高さ  $d_i$  とが等しい場合があり、プリズム高さの傾斜の平均（図 5 1（b）中一点鎖線）は、図 5 1（a）の場合と同様になっている。

また、本実施の形態における線状導光体 4 5 2 は、必ずしも対称的な構造である必要はなく、図 4 5（a）における光源を点状発光源 4 5 1 a のみとし、線状導光体 4 5 2 の一方の端面（入射面 4 5 2 a）から他方の端面に向かって一方的にプリズム高さの傾斜を設定してもよい。

なお、上記では、プリズム高さ  $d_i$  についてプリズム高さの傾斜を設定したが、プリズム幅  $p w_i$  を変化させるようにしてもよい。つまり、光源から遠ざかるにつれてプリズム幅  $p w_i$  を大きくするように設定してもよい。このような構成でも、光源から遠ざかるにつれて反射部 4 5 2 f・4 5 2 g（図 4 5（d）参照）が大きくなるため、上記と同様の機能が得られる。

以上のように、本実施の形態における線状導光体 4 5 2 は、図 4 5（a）から図 4 5（d）に示すように、柱状の線状導光体 4 5 2 の長手方向（X 軸方向）の一端面に設けられ、点状発光源 4 5 1 a からの光が入射する入射面 4 5 2 a と、線状導光体 4 5 2 の長手方向に設けられ、入射した光が出射する出射面 4 5 2 c とを備えている。

そして、入射した光を反射するプリズム 4 5 2 p が、出射面 4 5 2 c

と対向する対向面 4 5 2 d に、長手方向に配列されて設けられている。

さらに、入射面 4 5 2 a 側から第 i 番目のプリズム 4 5 2 p について、入射面 4 5 2 a からの距離を  $x_i$ 、プリズム高さ  $d_i$  としたとき、

$$\text{傾き} = (d_{i+1} - d_i) / (x_{i+1} - x_i)$$

5      で定義される傾きの、各プリズム 4 5 2 p 間における平均値が、0 より大きい値に設定されているものである。

あるいは、第 i 番目のプリズム 4 5 2 p のプリズム幅  $pw_i$  に関して、

$$\text{差分} = (pw_{i+1} - pw_i)$$

10      で定義される差分の、各プリズム 4 5 2 p 間における平均値が、0 より大きい値に設定されているものである。

この構成では、プリズム 4 5 2 p のプリズム高さ  $d_i$ 、あるいはプリズム幅  $pw_i$  が、入射面 4 5 2 a から遠ざかるにつれて平均的に大きくなるように設定されることになる。

15      このため、入射面 4 5 2 a から遠い位置にあるプリズム 4 5 2 p では、より多くの光を反射することが可能となり、点状発光源 4 5 1 a からの光量の低下を補うことができる。したがって、線状導光体 4 5 2 からの出射光の光量を増加させることが可能になるとともに、線状導光体 4 5 2 の長手方向において、出射光の輝度分布をより均一な状態にすることが可能になる。

20      また、この構成は、楔型の導光体などとは異なり、長手方向に直交する幅が一定である導光体を形成することが可能であるため、入射面 4 5 2 a からの光が長手方向に伝搬しやすい構造をとることができる。そのため、光の利用効率および出射輝度の均一化をより向上させることができる。

さらに、この構成では、プリズム 4 5 2 p のピッチ p t を一定に保つことが可能であるため、出射面 4 5 2 c と対向する対向面 4 5 2 d において、プリズム 4 5 2 p が形成されていない伝搬部 4 5 2 e を確保することができる。これにより、上記と同様に、入射面 4 5 2 a からの光を  
5 長手方向に伝搬しやすい構造をとることができる。

なお、本実施の形態における線状導光体 4 5 2 は、上記入射面 4 5 2 a に対向する入射面 4 5 2 b 側からも、上記条件を満たすようにプリズム 4 5 2 p が形成されていることが好ましい。これにより、各入射面 4 5 2 a ・ 4 5 2 b に点状発光源 4 5 1 a ・ 4 5 1 b を設けて光量を増加  
10 させつつ、上述の各効果を奏することが可能である。

〔実施の形態 9〕

以下に、本発明の第 9 の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

なお、実施の形態 1 から 8 において説明した構成要素と同等の機能を有する構成要素については、同一の符号を付記し、その説明を一部省略する。  
15

まず、図 5 2 および図 5 3 (a) および図 5 3 (b) を用いて、本実施の形態における反射型液晶表示装置について説明する。図 5 2 は、本実施の形態における反射型液晶表示装置の構成を示す斜視図である。また、図 5 3 (a) は、上記反射型液晶表示装置におけるフロントライト  
20 (照明装置) 5 0 0 の部分の斜視図であり、図 5 3 (b) は、フロントライト 5 0 0 の導光体 1 0 4 の部分の拡大図である。

図 5 2 に示すように、本実施の形態における反射型液晶表示装置は、基本的な構成は上述した実施の形態 1 と同じであるが、本実施の形態で

は、線状導光体（照明素子）502の形状が異なる。なお、反射型液晶表示素子105および導光体104は、実施の形態1で用いたものと同じものを用いている。

5 上述のように、導光体104の周期構造104fの周期方向Rh dが画素の繰返し方向P v dに対して傾斜しているため、導光体104の周期方向Rh dは線状導光体502のX軸および出射面502c（後述する図54（a）参照）に対しても、 $\theta = 14^\circ$ の角度をなして傾斜することになる。そこで、導光体104内において周期方向Rh dに直交する方向の光の輝度を向上させるために、線状導光体502により線状発光状態に変換される出射光の輝度のピーク値方向を、上記式2に基づくことにより出射角度 $\theta_1$ を約 $20^\circ$ に設定することが好ましい。

10 次に、この導光体104に適合する線状導光体502の構造について、図54（a）から図54（e）を用いて説明する。図54（a）、図54（b）および図54（c）は、それぞれ線状導光体502の構造を示す平面図、正面図および側面図であり、図54（d）は、線状導光体502のプリズム状の部分の拡大図、図54（e）は、反射部502f・502gにおいて光が反射される状態を説明する模式図である。なお、点状発光源451a・451bを図54（a）にのみ図示し、他では省略している。

20 この線状導光体502は、実施の形態8における線状導光体452（図45（a）参照）に対して、プリズム（切り込み部）502pの形状が異なっている。本線状導光体502では、上述したように、出射光の輝度のピーク値方向を出射角度 $\theta_1$ を約 $20^\circ$ （第1の出射方向）に設定することが好ましい。

そこで、図 5 4 (e) に示すように、線状導光体 4 5 2 内を出射面 4 5 2 c に平行に伝搬する光 7 5 を想定し、この光 7 5 が出射角度  $\theta 1$  約  $20^\circ$  の方向に出射するようなプリズム角度  $\theta 11 \cdot \theta 12$  を求めると、プリズム角度  $\theta 11 = 38^\circ$ 、プリズム角度  $\theta 12 = 52^\circ$  となる。なお、実際に線状導光体 4 5 2 内を伝搬する光は、光 7 5 のみではないものの、上記光 7 5 の割合が大きいので、上記のように設定することで出射光のピーク値をほぼ出射角度  $\theta 1$  約  $20^\circ$  とすることができる。

ここで、反射部 5 0 2 g に入射する光 7 5 は、入射角が小さく、全反射の条件を満たさないため、光 7 5 の一部が透過することになる。これを防ぐために、反射部 1 1 2 g 上に、例えばアルミニウムを蒸着やスパッタにより成膜して形成した反射膜 5 0 2 j を配置することが好ましい。

このように、線状導光体 5 0 2 のプリズム角度  $\theta 11 \cdot \theta 12$  を互いに異なる角度に設定することによって、線状導光体 5 0 2 から出射する出射光の輝度のピーク値の方向を変更することができる。

なお、線状導光体 5 0 2 のプリズム角度  $\theta 11 \cdot \theta 12$  は、モアレ防止角度  $\theta$  (例えば  $10^\circ$  から  $80^\circ$ ) に応じて、 $30^\circ$  から  $60^\circ$  の範囲で最適化することが好ましい。

線状導光体 5 0 2 におけるその他の形状については、以下の具体的数値を除いて実施の形態 8 における線状導光体 4 5 2 (図 4 5 (a) 参照) と同等である。

ここで、プリズムピッチ  $p t$  は全体で均一であり、ここでは  $p t = 1.0 \text{ mm}$  に設定されている。また、線状導光体 5 0 2 は、X 軸方向において、中央部に対してほぼ対称になるように形成されている。したがって、以下では特に断らない限り中央部から点状発光源 4 5 1 a 側に関し

てのみ説明する。ただし、プリズム 5 0 2 p の傾斜方向に関しては、線状導光体 5 0 2 の X 軸方向において中央部に対して対称ではなく、一方向に傾斜している。つまり、プリズム角度  $\theta_{11} \cdot \theta_{12}$  は、線状導光体 5 0 2 全体において一定である。

5       プリズム高さ  $d_i$  は、実施の形態 8 と同様に、プリズム位置  $x_i$  に応じて変化するように形成されており、線状導光体 5 0 2 全体では、両端においてプリズム高さ  $d_i$  が小さく、中央に近いほどプリズム高さ  $d_i$  が大きくなるように形成されている。

10       ここでは、さらに、第  $(i + 1)$  番目および第  $i$  番目のプリズム 5 0 2 p において、プリズム位置に対するプリズム高さの傾斜が、

$$(d_{i+1} - d_i) / (x_{i+1} - x_i) = 0.005$$

の関係となるようにされている。また、プリズム高さの傾斜角  $\theta_d$  は、

$$\tan \theta_d = 0.005$$

と表すことができる。したがって、プリズム高さの傾斜角  $\theta_d$  は約 0.

15       2 8 6° となる。

実際に、上記条件を満たす形状となるように線状導光体 5 0 2 を作製した。実際に作製した線状導光体 5 0 2 の形状を表 6 に示す。なお、表 6 の数値の単位は mm であり、表 6 には線状導光体 5 0 2 の中央部に位置する第 4 0 番目のプリズム 5 0 2 p までのものを示している。

【表 6】

	位置	プリズム高さ	プリズム幅 $p w_i$	
i	$x_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$p w 1_i$ (mm)	$p w 2_i$ (mm)
1	1.0	0.0275	0.0352	0.0215
2	2.0	0.0325	0.0416	0.0254
...	...	...	...	...
39	39.0	0.218	0.278	0.170
40	40.0	0.223	0.285	0.178

この線状導光体 502 の式 3 で表定義されるプリズム占有率は、25.9%となる。

また、上記の線状導光体 502 における出射光のピーク値方向の輝度分布を実施の形態 8 と同様の方法により測定したところ、輝度分布は 1.8 であった。したがって、本線状導光体 502 では、実用上問題がない均一な線状発光状態を得ることができた。

さらに、上記の線状導光体 502 における光利用効率を実施の形態 8 と同様の方法により測定したところ、光利用効率は約 70% であった。したがって、本線状導光体 502 では、光利用効率を大幅に向上させることができた。

本線状導光体 502、上記導光体 104 および拡散反射シート 103 により構成されたフロントライト 500 (図 53 (a) 参照) による面状発光状態の光の明るさを測定したところ、 $2.5 \text{ cd/m}^2$  であった。これは、補助照明手段として実用上問題ない十分な明るさである。

以上のように、周期方向  $R h d$  と、液晶表示素子 105 に形成された画素パターンの繰り返し方向との成す角度を  $14^\circ$  とし、線状導光体 5

0 2 に形成されたプリズム 5 0 2 p のプリズム角度を異なる 2 つの角度で形成することにより、モアレ縞を防止できるとともに、傾斜して形成された導光体 1 0 4 の周期構造 1 0 4 f に対し、効率よく光を入射でき、照明の均一性に優れた明るい照明装置を提供できる。

- 5        また、線状導光体 5 0 2 の周辺に拡散反射シート（拡散手段） 1 0 3 を配置する事により、さらに効率の良い照明手段を提供できる。

          このように、線状導光体 5 0 2 のプリズム角度  $\theta 1 1 \cdot \theta 1 2$  を互いに異なるように設定することで、線状導光体 5 0 2 から出射する出射光の輝度のピーク値の方向に変化を与えることができる。

- 10        なお、上記では、各プリズム 5 0 2 p のプリズム角度  $\theta 1 1 \cdot \theta 1 2$  は、線状導光体 5 0 2 全体で一定に設定したが、線状導光体 5 0 2 の位置によって異なるように設定してもよい。これにより、線状導光体 5 0 2 からの出射輝度のピーク値が現れる方向を、さらに柔軟に設定することが可能になる。

- 15        例えば、プリズム角度  $\theta 1 1$  を一定値とせず、互いに異なる複数の角度に設定することにより、同じ点状発光源 5 0 1 a からの光を異なる方向に反射させて、出射させることができる。これにより、出射輝度のピーク値が現れる方向を複数に設定することができる。これにより、さらに導光体 1 0 4 からの面状発光状態の出射光の輝度の均一化や、光利用  
20        効率の向上などを図ることが可能となる。

          以上のように、本実施の形態の線状導光体 5 0 2 は、図 5 4 (a) から図 5 4 (e) に示すように、点状発光源 4 5 1 a ・ 4 5 1 b からの光が入射する入射面 5 0 2 a、入射面（第 2 の入射面） 5 0 2 b と、入射した光が出射する出射面 5 0 2 c とを備えた柱状の線状導光体 5 0 2 で



ある。

そして、入射面 5 0 2 a ・ 5 0 2 b が、線状導光体 5 0 2 の長手方向の端面に設けられており、出射面 5 0 2 c が、線状導光体 5 0 2 の長手方向に設けられている。

5       さらに、入射した光を反射する複数のプリズム 5 0 2 p が、線状導光体 5 0 2 の出射面 5 0 2 c に対向する面 5 0 2 d に、長手方向に配列されて設けられている。

      このプリズム 5 0 2 p は、2つの平面（反射部 5 0 2 f ・ 5 0 2 g）からなるV字型溝であり、これらの各平面が、出射面 5 0 2 c に対し、  
- 10       互いに異なる2種類以上の角度をなして形成されている。

      この構成では、ここで、同じ光源（例えば点状発光源 4 5 1 a）からの光を異なる方向に反射させることができ、複数の出射方向においてピーク値を示すように設定することも可能である。

      また、線状導光体 5 0 2 の両端から光を入射させる場合を考えると、  
15       線状導光体 5 0 2 に対して非対称な方向に出射光のピーク値が現れるように設定することも可能である。

      以上より、本線状導光体 5 0 2 を用いて、例えばモアレ縞の発生を防止するために、入射面に対して非対称に形成された導光体 1 0 4 などを照射することにより、より光利用効率が高く、より均一な面状発光状態  
20       の光を得ることが可能になる。

#### 〔実施の形態 1 0〕

      以下に、本発明の第 1 0 の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

      なお、実施の形態 1 から 9 において説明した構成要素と同等の機能を

有する構成要素については、同一の符号を付記し、その説明を一部省略する。

まず、図 5 5、図 5 6 (a) および図 5 6 (b) を用いて、本実施の形態における反射型液晶表示装置について説明する。図 5 5 は、本実施の形態における反射型液晶表示装置の構成を示す斜視図である。また、図 5 6 (a) は、上記反射型液晶表示装置におけるフロントライト（照明装置）5 5 0 の部分の斜視図であり、図 5 6 (b) は、フロントライト 5 5 0 の導光体（面状導光体）5 5 4 の部分の拡大図である。

本実施の形態における反射型液晶表示装置は、基本的な構成は上述した実施の形態 8 と同じであるが、本実施の形態では、導光体 5 5 4 および線状導光体（照明素子）5 5 2 の形状が異なる。なお、反射型液晶表示素子 4 5 5 は、実施の形態 8 で用いたものと同じものを用いている。

ここでは、導光体 5 5 4 は、点状発光源 4 5 1 a・4 5 1 b から出射され、入射面 5 5 2 a、入射面（第 2 の入射面）5 5 2 b から線状導光体 5 5 2 に入射し、線状導光体 5 5 2 により線状発光状態に変換されて導光体 5 5 4 に入射する光を、反射型液晶表示素子 4 5 5 側に有効に出射できるように、ピッチ  $P_d$  が 0.39 mm、伝搬部 5 5 4 d のピッチ  $P_1$  が 0.38 mm、反射部 5 5 4 e のピッチ  $P_2$  が 0.01 mm、伝搬部 5 5 4 d と反射部 5 5 4 e とにより形成されるプリズムの高さ  $h$  が 0.01 mm である周期構造 5 5 4 f が形成されている。

そして、導光体 5 5 4 の周期構造 5 5 4 f の周期方向  $R_{hd}$  が画素の繰り返し方向  $P_{vd}$  に対して傾斜しており、その角度  $\theta$  が  $2.3^\circ$  に設定されている。このように、導光体 5 5 4 の周期方向  $R_{hd}$  が画素の繰り返し方向  $P_{vd}$  に対して傾斜しているため、導光体 5 5 4 の周期方向  $R$

h d は線状導光体 5 5 2 の X 軸および出射面 5 5 2 c (後述する図 5 7 (a) 参照) に対しても、 $\theta = 23^\circ$  の角度をなして傾斜することになる。

そこで、導光体 5 5 4 内において周期方向 R h d に直交する方向の光の輝度を向上させるために、線状導光体 5 5 2 により線状発光状態に変換される出射光の輝度のピーク値方向を、上記式 2 に基づくことにより出射角度  $\theta_1 = 35^\circ$  に設定することが好ましい。

次に、この導光体 5 5 4 に適合する線状導光体 5 5 2 の構造について、図 5 7 (a) から図 5 7 (d) を用いて説明する。図 5 7 (a)、図 5 7 (b) および図 5 7 (c) は、それぞれ線状導光体 5 5 2 の構造を示す平面図、正面図および側面図であり、図 5 7 (d) は、線状導光体 5 5 2 のプリズム状の部分の拡大図である。なお、点状発光源 4 5 1 a・4 5 1 b を図 5 7 (a) にのみ図示し、他では省略している。

この線状導光体 5 5 2 は、実施の形態 8 における線状導光体 4 5 2 (図 4 5 (a) 参照) に対して、プリズム (切り込み部) 5 5 2 p の形状が異なっている。本線状導光体 5 5 2 では、上述したように、出射光の輝度のピーク値方向を出射角度  $\theta_1 = 35^\circ$  に設定することが好ましい。

そこで、図 5 9 に基づいて、出射角度  $\theta_1 = 35^\circ$  においてピーク値を示すプリズム角度として、プリズム角度  $\theta_{11} \cdot \theta_{12} = 30^\circ$  を採用する。

つまり、反射部 5 5 2 f・5 5 2 g が対向面 4 5 2 d に対してそれぞれ成す角度を等しくし、プリズム角度  $\theta_{11} \cdot \theta_{12}$  をいずれも  $30^\circ$  に設定する。

なお、ここでは、プリズム角度  $\theta_{11} \cdot \theta_{12}$  を等しく設定している

ため、線状導光体 5 5 2 の出射光の輝度のピーク値が、出射角度  $\theta 1 = \pm 35^\circ$  に現れることになる。このように設定している理由について図 5 8 に基づいて説明する。図 5 8 は、フロントライト 5 5 0 を導光体 5 5 4 の対向面 5 5 4 c 側から見たときの平面図である。なお、図 5 8 では、線状導光体 5 5 2 から出射される光の一部を模式的に表している。

線状導光体 5 5 2 から出射角度  $\theta 1 = +35^\circ$  の方向（第 1 の出射方向）に輝度のピーク値を有する光 8 0（図 5 8 中一点鎖線）は、導光体 5 5 4 内において周期方向 R h d と直交する方向に伝搬するため、反射部 5 5 4 e（図 5 6（b）参照）によって反射型液晶表示素子 4 5 5（図 5 5 参照）に向かって反射され、有効に反射型液晶表示素子 4 5 5 を照射する。すなわち、光 8 0 の存在により光の利用効率が向上することになる。

一方、線状導光体 5 5 2 から出射角度  $\theta 1 = -35^\circ$  の方向（第 2 の出射方向）に輝度のピーク値を有する光 8 1（図 5 8 中二点鎖線）は、導光体 5 5 4 内において周期方向 R h d と平行に近い方向に伝搬するため、反射部 5 5 4 e（図 5 6（b）参照）の反射作用を受けにくい。そのため、導光体 5 5 4 の側面 5 5 4 h（ここでは、点状発光源 4 5 1 a 側の側面）に到達し、この側面 5 5 4 h で反射される。そして、側面 5 5 4 h で反射された光 8 1 は、周期方向 R h d と直交する方向に伝搬することになる。

ここで、側面 5 5 4 h で反射された光 8 1 は、上記光 8 0 が直接達しない領域（図 5 8 中破線で囲んだ三角形の領域）にも、伝搬することになるため、光 8 0 を補う働きを有している。したがって、導光体 5 5 4 により出射される面状発光状態の光の分布をより均一にすることができ

る。

なお、上記光 8 0 は、主に導光体 5 5 4 の入射面 5 5 4 a から出射角度  $\theta 1 = +35^\circ$  の方向に伝搬するものの、実際には導光体 5 5 4 内部で反射などを繰り返して導光体 5 5 4 全体に広がるものである。したがって、上記光 8 0 によっても、導光体 5 5 4 により出射される面状発光状態の光の分布の均一化を図ることはできるが、上記光 8 1 の存在により、さらに光の分布を均一にすることができる。

また、側面 5 5 4 h に反射膜を設けることにより、光 8 1 に対する反射効率を向上させることができるため、好適である。

以上で説明した線状導光体 5 5 2 の他の形状については、以下の具体的数値を除いて実施の形態 8 における線状導光体 4 5 2 (図 4 5 (a) 参照) と同等である。以下で、再び図 5 7 (a) から図 5 7 (b) を参照して、線状導光体 5 5 2 についてさらに具体的に説明する。

線状導光体 5 5 2 のプリズムピッチ  $p_t$  は全体で均一であり、ここでは  $p_t = 1.0 \text{ mm}$  に設定されている。また、線状導光体 5 5 2 は、X 軸方向において、中央部に対して対称になるように形成されている。したがって、以下では特に断らない限り中央部から点状発光源 4 5 1 a 側に関してのみ説明する。

プリズム高さ  $d_i$  は、実施の形態 8 と同様に、プリズム位置  $x_i$  に応じて変化するように形成されており、線状導光体 5 5 2 全体では、両端においてプリズム高さ  $d_i$  が小さく、中央に近いほどプリズム高さ  $d_i$  が大きくなるように形成されている。

ここで、実際に、第  $(i + 1)$  番目および第  $i$  番目のプリズム 5 5 2 p において、プリズム位置に対するプリズム高さの傾斜は、実施の形態

9 の場合と同様に

$$(d_{i+1} - d_i) / (x_{i+1} - x_i) = 0.005$$

と設定されている。

実際に、上記条件を満たす形状となるように線状導光体 5 5 2 を作製  
 した。実際に作製した線状導光体 5 5 2 の形状を表 7 に示す。なお、表  
 7 の数値の単位は mm であり、表 7 には線状導光体 5 5 2 の中央部に位  
 置する第 4 0 番目のプリズム 5 5 2 p までのものを示している。

【表 7】

	位置	プリズム高さ	プリズム幅 $p w_i$	
i	$x_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$p w 1_i$ (mm)	$p w 2_i$ (mm)
1	1.0	0.0275	0.0476	0.0476
2	2.0	0.0325	0.0563	0.0563
...	...	...	...	...
39	39.0	0.218	0.377	0.377
40	40.0	0.223	0.386	0.386

この線状導光体 5 5 2 の式 3 により定義されるプリズム占有率は、4  
 3.5%となる。

さらに、上記の線状導光体 5 0 2 における光利用効率を実施の形態 8  
 と同様の方法により測定したところ、光利用効率は約 78%であった。  
 また、導光体 5 5 4 の出射面 5 5 4 b における輝度分布が 1.8 以下と  
 なり、非常に均一な面状発光状態の光を発生させることができた。

したがって、本フロントライト 5 5 0 では、均一な面状発光状態を形  
 成することができるとともに、光利用効率をさらに向上させることがで  
 きる。

尚、発明を実施するための最良の形態の項においてなした具体的な実施態様または実施例は、あくまでも、本発明の技術内容を明らかにするものであって、そのような具体例にのみ限定して狭義に解釈されるべきものではなく、本発明の精神と次に記載する特許請求の範囲内で、いろいろと変更して実施することができるものである。

#### 産業上の利用可能性

本発明の照明装置および照明素子によれば、以上の説明のように、光源を必要とする画像表示装置の表示品位を向上させることができる。より具体的には、低消費電力、小スペースが実現可能な点状発光源を光源として用いつつ、この光源からの光を、分布よく、かつ、効率よく線状発光状態および面状発光状態に変換することで、表示素子を均一で明るい光により照射することができる。

また、さらに、本発明の照明装置および照明素子によれば、画像表示素子と組み合わせた際に、画質に悪影響を及ぼすモアレ縞などの発生を防止しつつ、上記の各効果を奏することができる。

特に、上記照明装置および照明素子と液晶表示素子とで液晶表示装置を構成することにより、小型・低消費電力であり、モアレ縞の発生を抑制し、かつ均一で明るい画像表示を実現することができる液晶表示装置を提供することが可能である。

## 請 求 の 範 囲

1. 出射光により画像表示素子の画素を照明するための照明装置において、

5 光源部からの光を線状発光状態に変換する線状導光体と、

前記線状導光体からの光を面状発光状態に変換して出射するための周期構造が形成された面状導光体とを備え、

前記線状導光体からの光が、前記線状導光体の出射面の法線方向を基準として、前記周期構造の周期方向に垂直な方向側にある第1の出射方向に輝度のピーク値を示すことを特徴とする照明装置。

2. 前記周期構造の周期方向が、前記画素の繰返し方向に対して傾斜していることを特徴とする請求項1に記載の照明装置。

3. 前記第1の出射方向は、前記面状導光体内において前記周期方向に垂直な方向に光を進行させる方向であることを特徴とする請求項1または2に記載の照明装置。

4. 前記線状導光体からの光が、前記第1の出射方向とは異なる第2の出射方向に、輝度のピーク値を示すことを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の照明装置。

5. 前記第1の出射方向と前記第2の出射方向とが、前記線状導光体の出射面の法線方向に対して対称であることを特徴とする請求項4に記載の照明装置。

6. 前記線状導光体から前記第1の出射方向に出射される光の、前記線状導光体の線方向における輝度分布が、輝度の最大値と最小値との比率において3以下であることを特徴とする請求項1から5のいずれか1



項に記載の照明装置。

7. 前記線状導光体から前記第2の出射方向に出射される光の、前記線状導光体の線方向における輝度分布が、輝度の最大値と最小値との比率において3以下であることを特徴とする請求項4または5に記載の照明装置。

8. 前記面状導光体に形成された周期構造の周期方向が、前記画素の繰り返し方向に対してなす角度が $10^\circ$ 以上、 $80^\circ$ 以下であることを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載の照明装置。

9. 前記線状導光体において、その出射面に対向する面には、伝搬部と反射部とが繰り返し形成されることを特徴とする請求項1から8のいずれか1項に記載の照明装置。

10. 前記線状導光体の周辺には、拡散反射シートが配置されることを特徴とする請求項1から9のいずれか1項に記載の照明装置。

11. 前記線状導光体に光を入射させる光源部を備え、前記光源部と前記線状導光体との間には、光学的マッチング手段が配置されることを特徴とする請求項1から10のいずれか1項に記載の照明装置。

12. 前記光学的マッチング手段は、屈折率 $n$ が1.4以上1.7以下の接着樹脂であることを特徴とする請求項11に記載の照明装置。

13. 前記線状導光体は、出射面の厚さ $t_2$ が前記面状導光体の入射面の厚さ $t_1$ とほぼ等しくなるように形成されるとともに、該線状導光体の側端面と出射面の法線方向との成す角度 $\theta_5$ が、

$$0^\circ < \theta_5 \leq 20^\circ$$

の範囲を満たすことを特徴とする請求項1から12のいずれか1項に記載の照明装置。

1 4. 前記線状導光体を、その出射面に垂直な面で切断したときの切り口が、出射面側から出射面に対向する面側に向かって広がるテーパ形状をなしていることを特徴とする請求項 1 から 1 2 のいずれか 1 項に記載の照明装置。

5        1 5. 前記切り口において、テーパ形状をなす側面が前記線状導光体の出射面の法線方向となす角度が、 $0^{\circ}$  より大きく、 $20^{\circ}$  以下であることを特徴とする請求項 1 4 に記載の照明装置。

10        1 6. 前記線状導光体の入射面には、前記光源部からの光を該線状導光体に形成された周期構造の方向に反射する反射面が形成されることを特徴とする請求項 1 から 1 5 のいずれか 1 項に記載の照明装置。

1 7. 前記面状導光体における入射面の長さを  $L_1$ 、前記線状導光体における出射面の長さを  $L_2$  としたときに、

$$0 \text{ mm} < (L_2 - L_1) \leq 10 \text{ mm}$$

15        の範囲を満たすことを特徴とする請求項 1 から 1 6 のいずれか 1 項に記載の照明装置。

1 8. 前記面状導光体に形成された周期構造の周期方向と前記画素の繰返し方向とのなす角度を  $\theta$ 、前記面状導光体における入射面の長さを  $L_1$ 、前記線状導光体における出射面の長さを  $L_2$ 、前記面状導光体の入射面と前記線状導光体の出射面との距離を  $g$  としたときに、

20         $g \times \tan \theta \leq (L_2 - L_1) \leq 10 \text{ mm}$

の範囲を満たすことを特徴とする請求項 1 7 に記載の照明装置。

1 9. 前記面状導光体に形成された周期構造の周期方向と前記画素の繰返し方向とのなす角度を  $\theta$ 、前記面状導光体の屈折率を  $n$  としたときに、前記線状導光体から出射する光の角度  $\theta_1$  は、

$$\theta_1 = \sin^{-1}(n \times \sin \theta) \text{、または} -\theta_1$$

の角度方向にほぼピーク値を持つように出射することを特徴とする請求項 1 から 1 8 のいずれか 1 項に記載の照明装置。

2 0. 前記面状導光体に形成された周期構造の周期方向と前記面状導光体の入射面とがなす角度を  $\theta$ 、前記面状導光体の屈折率を  $n$  としたときに、前記線状導光体の出射面の法線方向と前記第 1 の出射方向とがなす角度が  $\sin^{-1}(n \times \sin \theta)$  であることを特徴とする請求項 1 から 1 8 のいずれか 1 項に記載の照明装置。

2 1. 光源部と、該光源部からの光が入射する入射面を備え、該入射面に入射する線状発光状態の光を面状発光状態に変換する面状導光体とで構成される照明装置において、

少なくとも一部が前記光源部に対向し、少なくとも一部が前記面状導光体の入射面に対向して設けられ、前記光源部からの光を線状発光状態に変換する面状の変換手段を含むことを特徴とする照明装置。

2 2. 前記光源部は、少なくとも 1 つ以上の点状発光源により構成されてなり、前記変換手段は、前記点状発光源の近傍に配置された拡散手段であることを特徴とする請求項 2 1 に記載の照明装置。

2 3. 前記少なくとも 1 つ以上の点状発光源は、前記面状導光体に形成された入射面下面に配置されるとともに、前記面状導光体を介して前記拡散手段と対向しており、前記点状発光源と前記拡散手段との距離  $L$  と面状導光体の入射面の厚さ  $t_e$  は、

$$0 \leq (L - t_e) \leq 10 \text{ mm}$$

の範囲を満たすことを特徴とする請求項 2 2 に記載の照明装置。

2 4. 前記少なくとも 1 つ以上の点状発光源は、前記面状導光体に形

成された入射面下面に配置されており、

前記点状発光源から光が出射する向きは、前記面状導光体の入射面の法線方向において、前記面状導光体の内部から外部へ向かう向きに設定されており、前記点状発光源と前記拡散手段との距離  $L'$  は、

5 
$$0 \leq L' \leq 10 \text{ mm}$$

の範囲を満たすことを特徴とする請求項 22 に記載の照明装置。

25. 前記光源部は、少なくとも 1 つ以上の点状発光源により構成されてなり、該点状発光源は、前記面状導光体の入射面と対向する面に配置されてなり、前記変換手段は、前記面状導光体の入射面に配置された  
10 拡散手段であることを特徴とする請求項 21 に記載の照明装置。

26. 前記光源部は、少なくとも 1 つ以上の点状発光源により構成されてなり、該点状発光源は、前記面状導光体の入射面と対向する面に配置されてなり、前記変換手段は、前記面状導光体の入射面に配置された  
反射手段であることを特徴とする請求項 21 に記載の照明装置。

15 27. 前記光源部を構成する少なくとも 1 つ以上の点状発光源は、LED 素子により形成されていることを特徴とする請求項 22 から 26 のいずれか 1 項に記載の照明装置。

28. 光源部と、該光源部からの光が入射する互いに対向する 2 つの入射面、および該入射した光が面状発光状態に変換されて出射される出  
20 射面を備える面状導光体とで構成され、

前記光源部は、LED アレイからなり、

該 LED アレイは前記面状導光体の一方の入射面に配置された第 1 の LED アレイと前記面状導光体の他方の入射面に配置された第 2 の LED アレイとからなるとともに、

該第 1 の L E D アレイと第 2 の L E D アレイとは交互に点灯することを特徴とする照明装置。

2 9 . 前記第 1 の L E D アレイと第 2 の L E D アレイとが交互に点灯する周波数  $f$  は、

5 
$$60 \text{ Hz} \leq f \leq 10 \text{ kHz}$$

の範囲内で繰り返し発光することを特徴とする請求項 2 8 に記載の照明装置。

3 0 . 請求項 1 から 2 9 のいずれか 1 項に記載の照明装置と、前記面状導光体の出射面から出射する光を画素毎に制御して画像を表示する液晶表示素子とを備えてなる液晶表示装置。

3 1 . 光源部と、該光源部からの光が入射する入射面および該入射した光が出射する出射面を備える面状導光体とで構成され、前記光源部からの光が、少なくとも前記面状導光体に備えられた入射面に入射する際には線状発光状態であるフロントライトと、

15 前記面状導光体の出射面から出射する光を画素毎に制御して画像を表示する反射型液晶表示素子とを備えてなる液晶表示装置において、

前記面状導光体の出射面に対向する対向面には、伝搬部と反射部とが繰り返し形成された周期構造が形成されているとともに、前記面状導光体の対向面に形成された周期構造の周期方向は、前記反射型液晶表示素子に形成された画素の繰り返し方向から  $10^\circ \sim 80^\circ$  の角度  $\theta$  を有するように形成されていることを特徴とする液晶表示装置。

3 2 . 請求項 1 から 2 9 のいずれか 1 項に記載の照明装置からなるフロントライト。

3 3 . 前記液晶表示素子が、反射型液晶表示素子である請求項 3 0 に

記載の液晶表示装置。

3 4. 光源部からの光が入射する入射面と、入射した光が出射する出射面とを備えた柱状の線状導光体からなる照明素子において、

前記入射面が、前記線状導光体の長手方向の端面に設けられており、

5 前記出射面が、前記線状導光体の長手方向に設けられており、

入射した光を反射する  $I$  個 ( $I$  は 2 以上の整数) の切り込み部が、前記線状導光体の前記出射面に対向する面に、長手方向に一定のピッチで配列されて設けられており、

前記入射面側から第  $i$  番目 ( $i$  は 1 から  $I$  までの整数) の切り込み部について、切り込み幅を  $p w_i$  としたとき、

$$\text{差分} = (p w_{i+1} - p w_i)$$

で定義される差分の、前記  $I$  個の切り込み部での平均値が、0 より大きい値となることを特徴とする照明素子。

15 3 5. 光源部からの光が入射する入射面と、入射した光が出射する出射面とを備えた柱状の線状導光体からなる照明素子において、

前記入射面が、前記線状導光体の長手方向の端面に設けられており、

前記出射面が、前記線状導光体の長手方向に設けられており、

20 入射した光を反射する  $I$  個 ( $I$  は 2 以上の整数) の切り込み部が、前記線状導光体の前記出射面に対向する面に、長手方向に配列されて設けられており、

前記入射面側から第  $i$  番目 ( $i$  は 1 から  $I$  までの整数) の切り込み部について、前記入射面からの距離を  $x_i$ 、切り込み深さを  $d_i$  としたとき、

$$\text{傾き} = (d_{i+1} - d_i) / (x_{i+1} - x_i)$$

で定義される傾きの、前記 I 個の切り込み部での平均値が、0 より大きい値となることを特徴とする照明素子。

3 6. 前記傾きの、前記 I 個の切り込み部での平均値が、0. 0 0 0 1 以上、0. 0 5 以下であることを特徴とする請求項 3 5 に記載の照明素子。

3 7. 前記傾きの値が、前記 I 個の切り込み部で一定であることを特徴とする請求項 3 5 または 3 6 に記載の照明素子。

3 8. 前記線状導光体の前記出射面に対向する面において、

前記切り込み部の長手方向の幅の合計と、前記切り込み部に挟まれた平坦部の長手方向の幅の合計との和に対する、前記切り込み部の長手方向の幅の合計の割合が、5 % 以上、8 0 % 以下であることを特徴とする請求項 3 4 から 3 7 のいずれか 1 項に記載の照明素子。

3 9. 前記線状導光体の前記出射面に対向する面における、前記切り込み部の長手方向の幅と、該切り込み部および該切り込み部の一方に隣接する切り込み部に挟まれた平坦部の長手方向の幅との和が、0. 0 5 mm 以上、2 mm 以下であることを特徴とする請求項 3 4 から 3 8 のいずれか 1 項に記載の照明素子。

4 0. 前記線状導光体の前記入射面に対向する端面に第 2 の入射面が設けられており、

入射した光を反射する J 個 (J は 2 以上の整数) の切り込み部が、前記線状導光体の前記出射面に対向する面に、長手方向に配列されて設けられており、

前記第 2 の入射面側から第 j 番目 (j は 1 から J までの整数) の切り込み部について、前記入射面からの距離を  $x_j$ 、切り込み深さを  $d_j$  と

したとき、

$$\text{傾き} = (d_{j+1} - d_j) / (x_{j+1} - x_j)$$

で定義される傾きの、前記 J 個の切り込み部での平均値が、0 より大きい値となることを特徴とする請求項 3 4 から 3 9 のいずれか 1 項に記載の照明素子。

4 1. 光源部からの光が入射する入射面と、入射した光が出射する出射面とを備えた柱状の線状導光体からなる照明素子において、

前記入射面が、前記線状導光体の長手方向の端面に設けられており、

前記出射面が、前記線状導光体の長手方向に設けられており、

入射した光を反射する複数の切り込み部が、前記線状導光体の前記出射面に対向する面に、長手方向に配列されて設けられており、

前記切り込み部が、2 つの平面からなる V 字型溝であり、

前記複数の切り込み部における前記各平面が、前記出射面に対し、互いに異なる 2 種類以上の角度をなして形成されていることを特徴とする照明素子。

4 2. 前記切り込み部が、2 つの平面からなる V 字型溝であり、

前記各平面が前記出射面に対してなす角が、30° 以上、60° 以下であることを特徴とする請求項 3 4 から 4 1 のいずれか 1 項に記載の照明素子。

4 3. 前記線状導光体の周辺には、拡散手段が配置されることを特徴とする請求項 3 4 から 4 2 のいずれか 1 項に記載の照明素子。



1/60

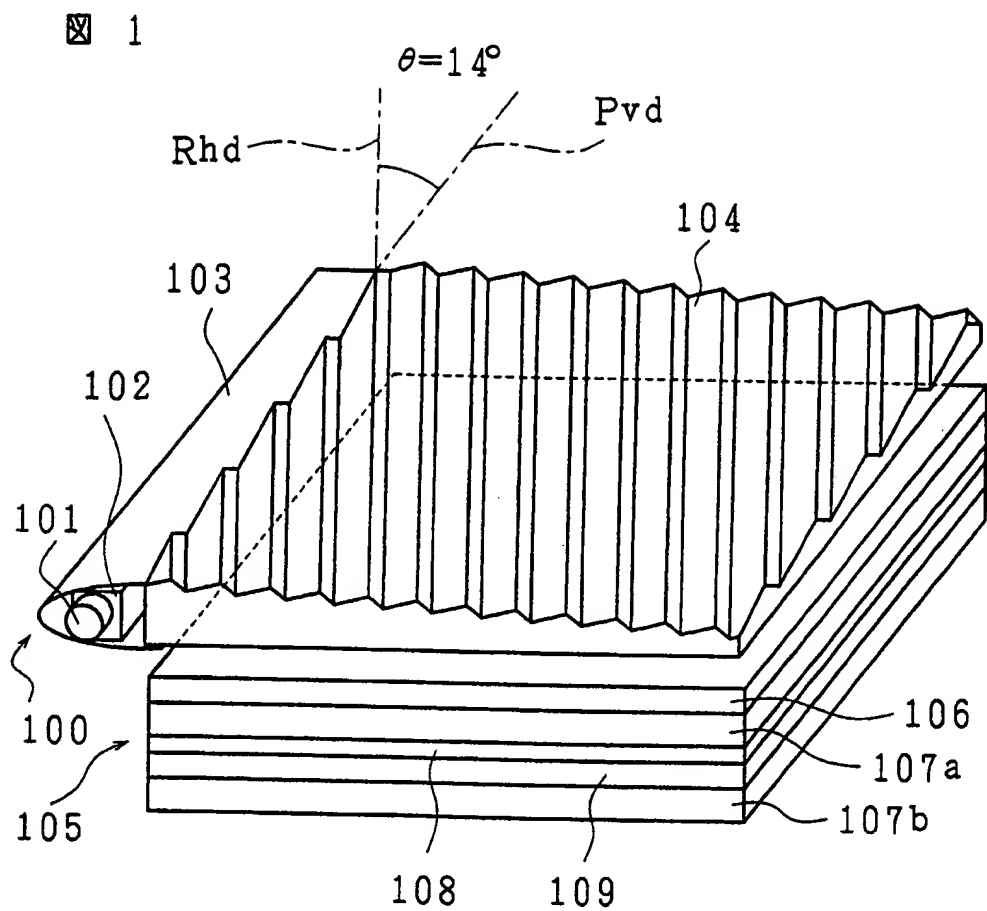


图 2 (b)

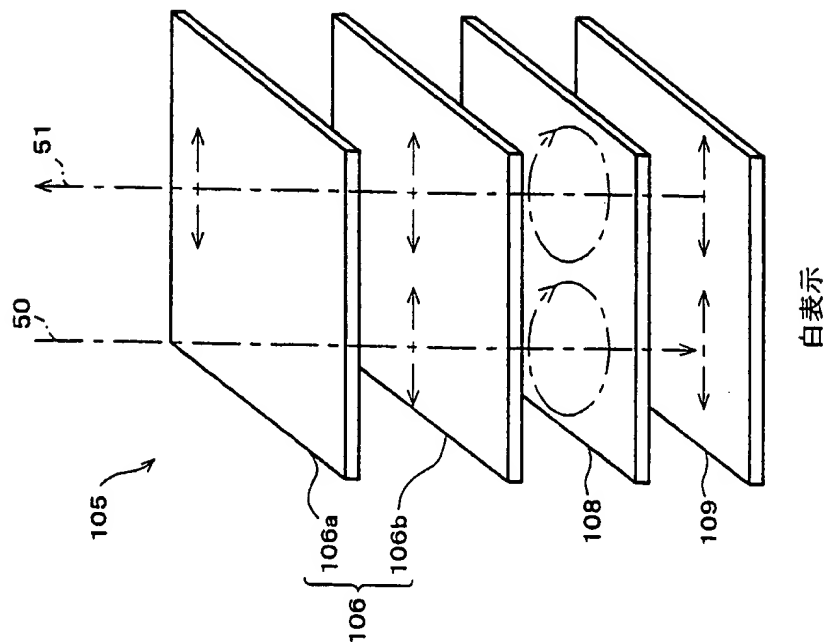
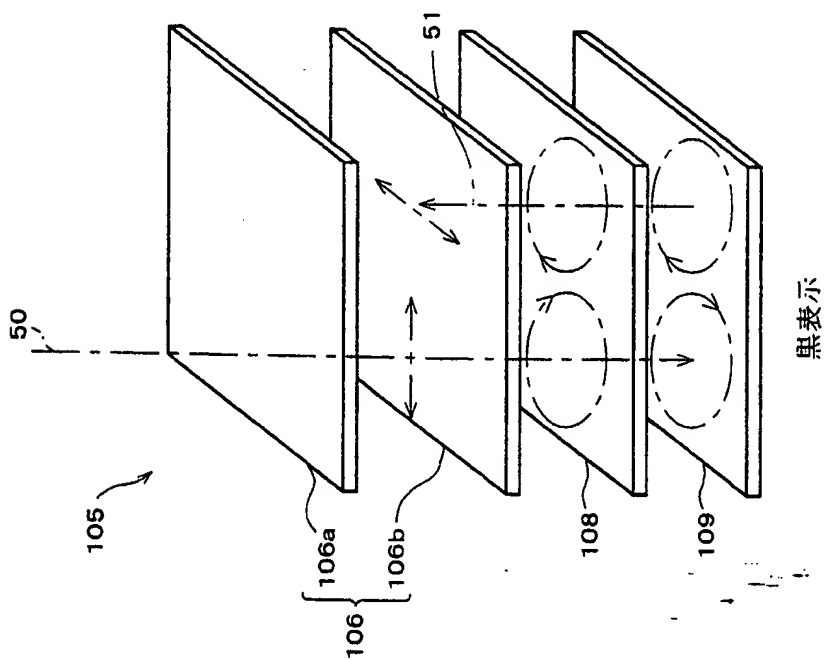


图 2 (a)



3/60

図 3 (a)

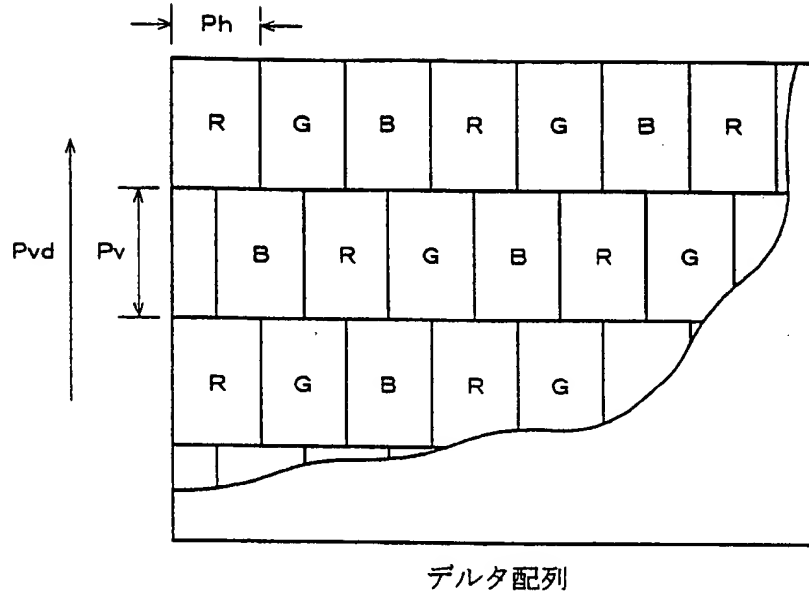
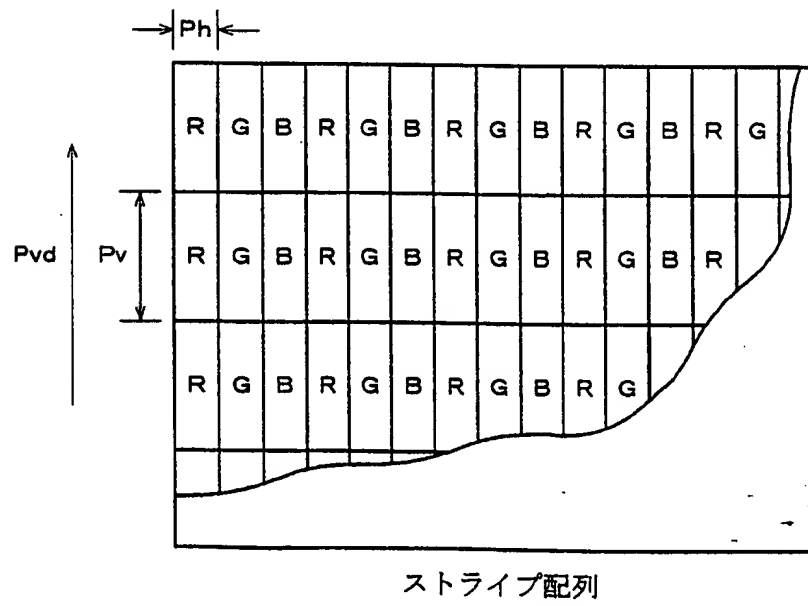


図 3 (b)



4/60

FIG 4 (a)

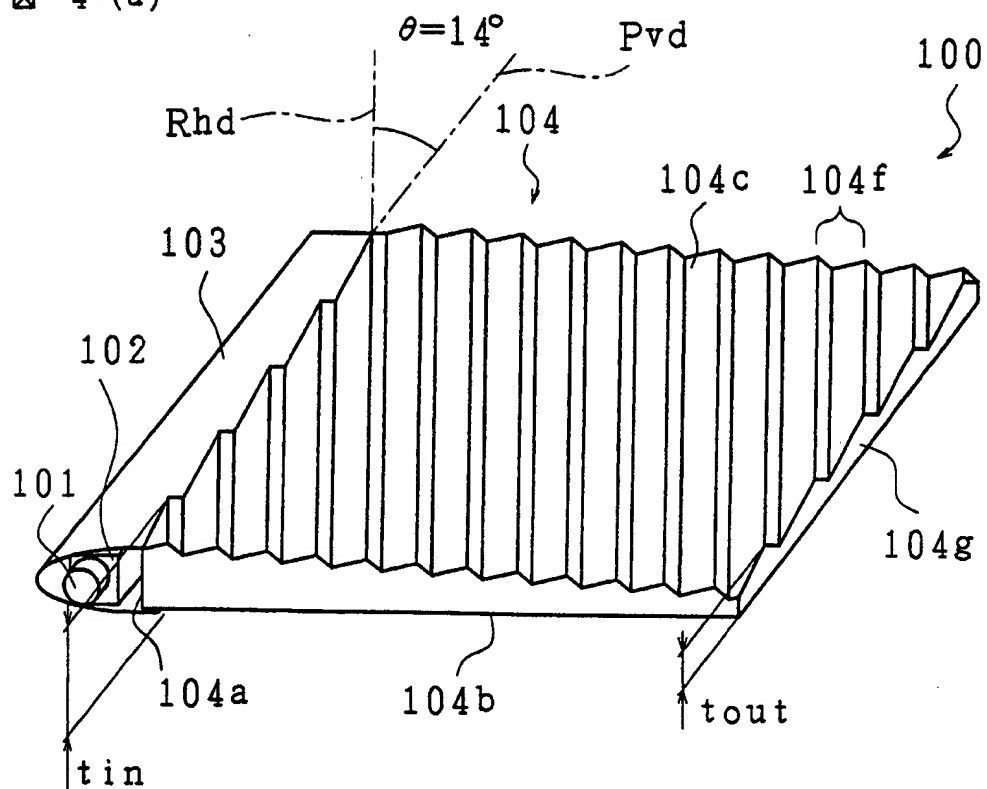
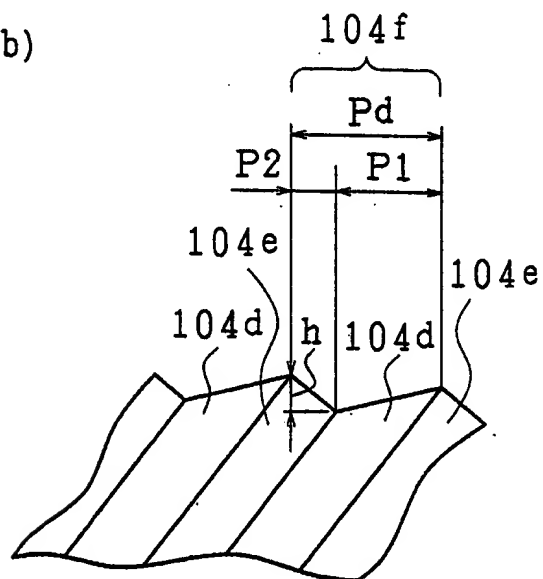


FIG 4 (b)



5/60

図 5 (a)

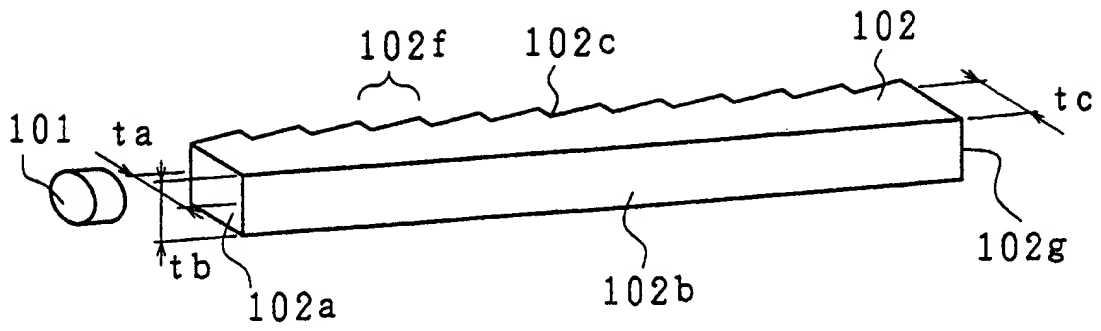


図 5 (b)

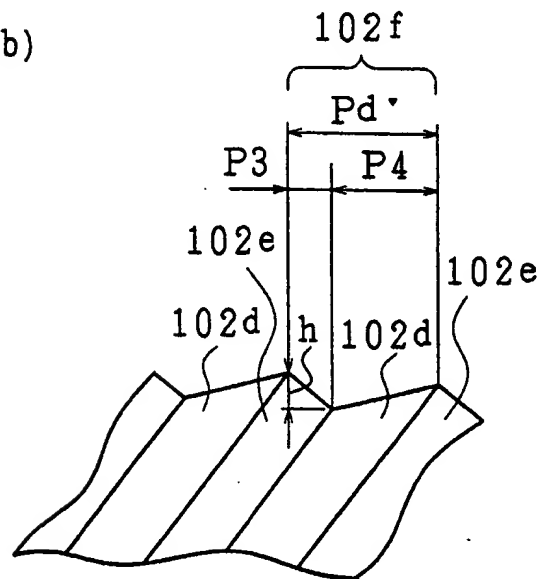
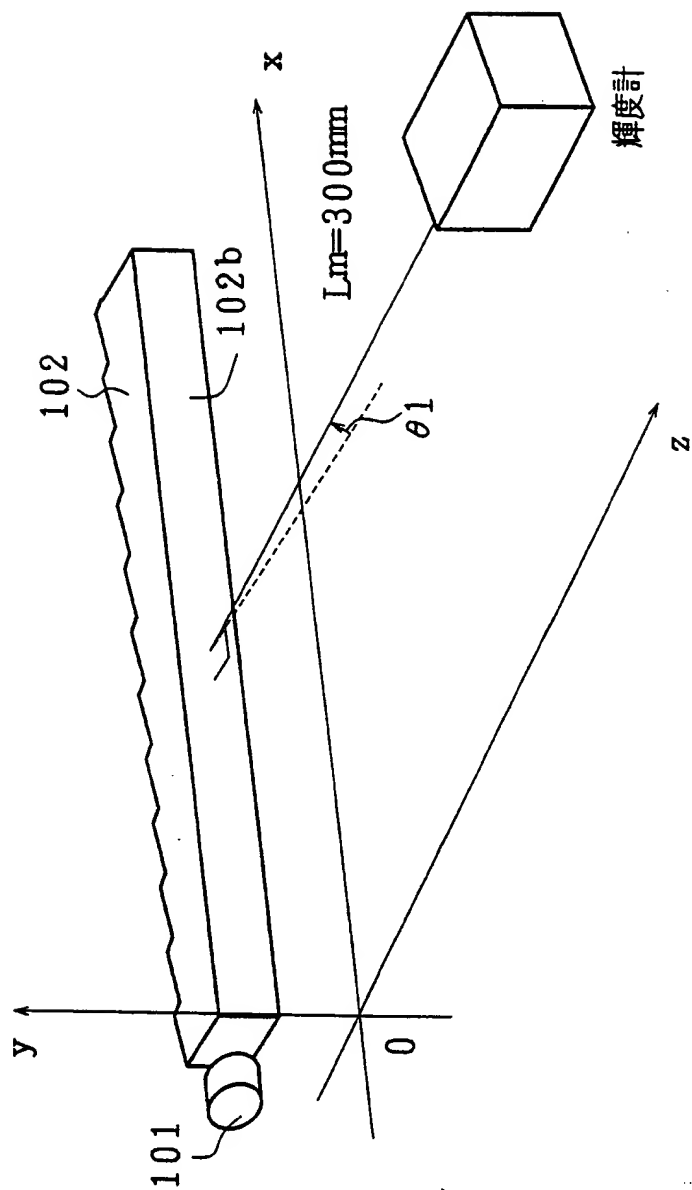
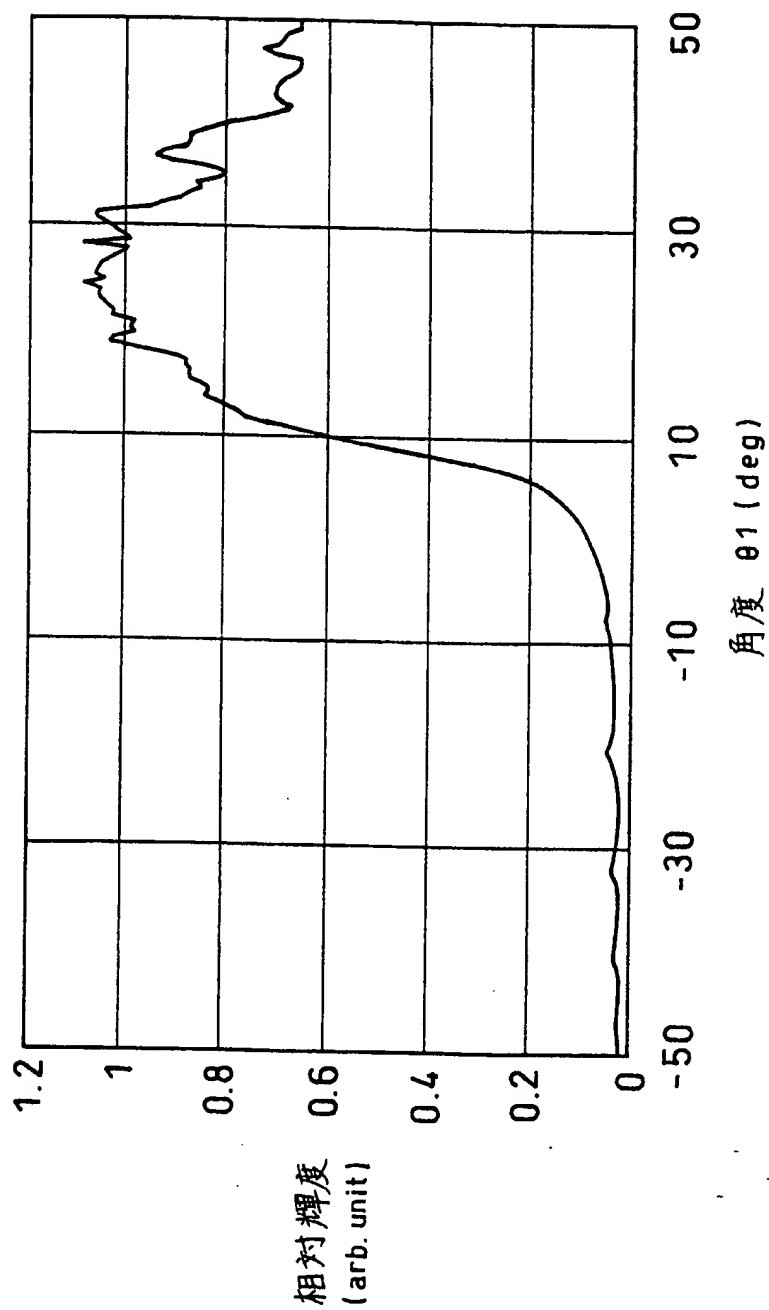


図 6

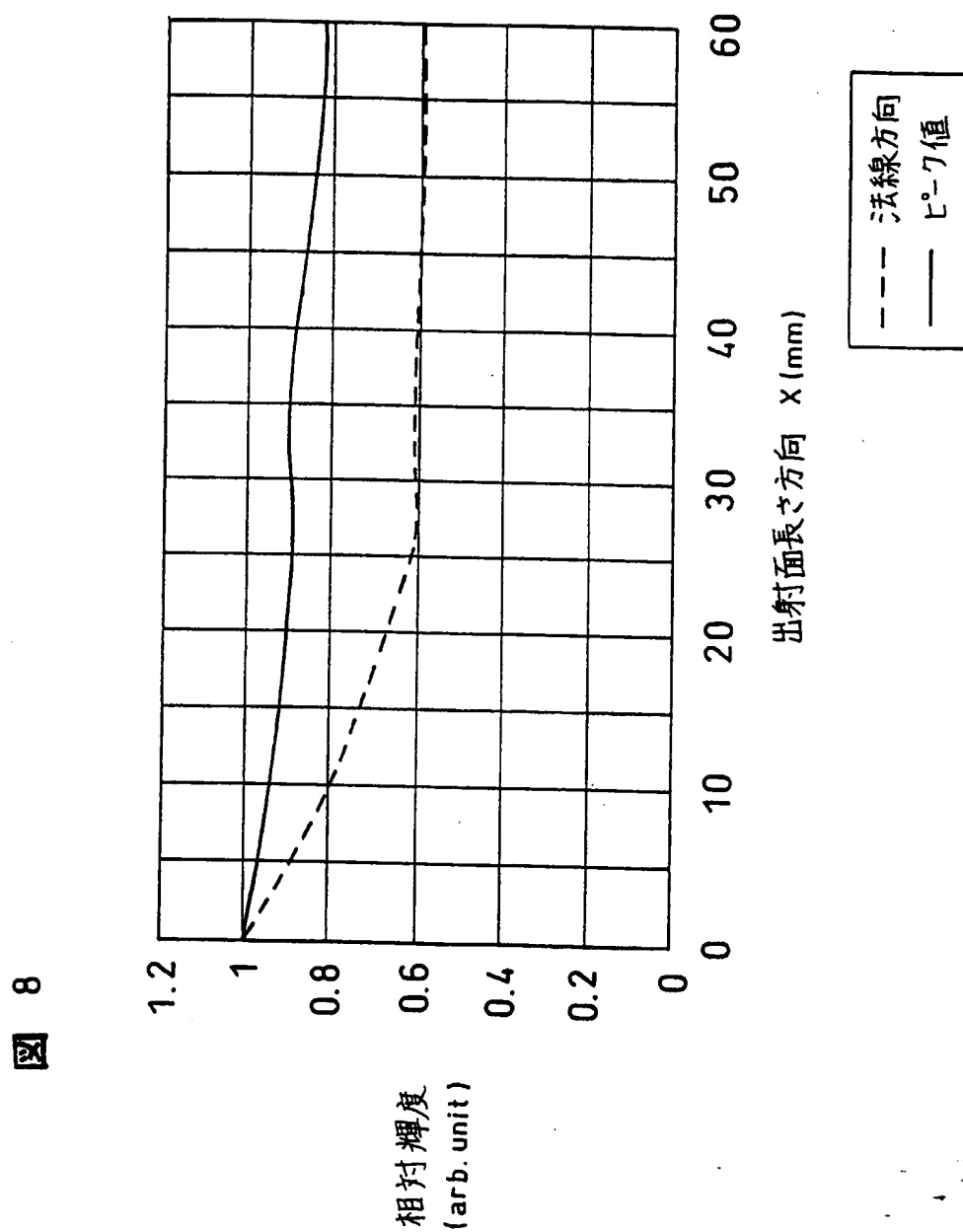


7 / 60

図 7



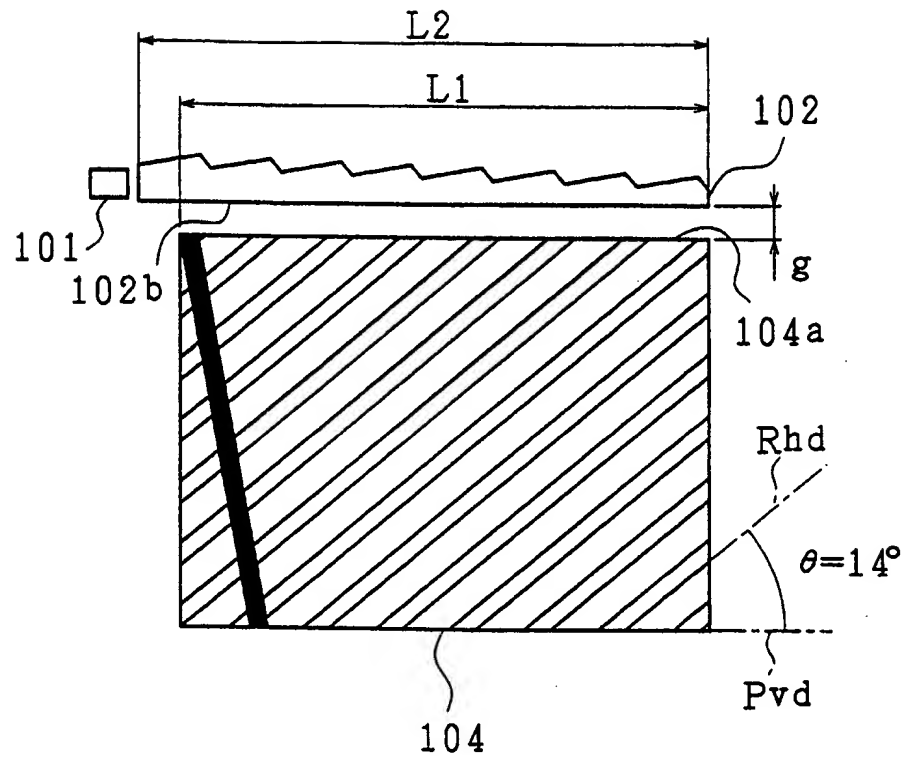
8 / 60





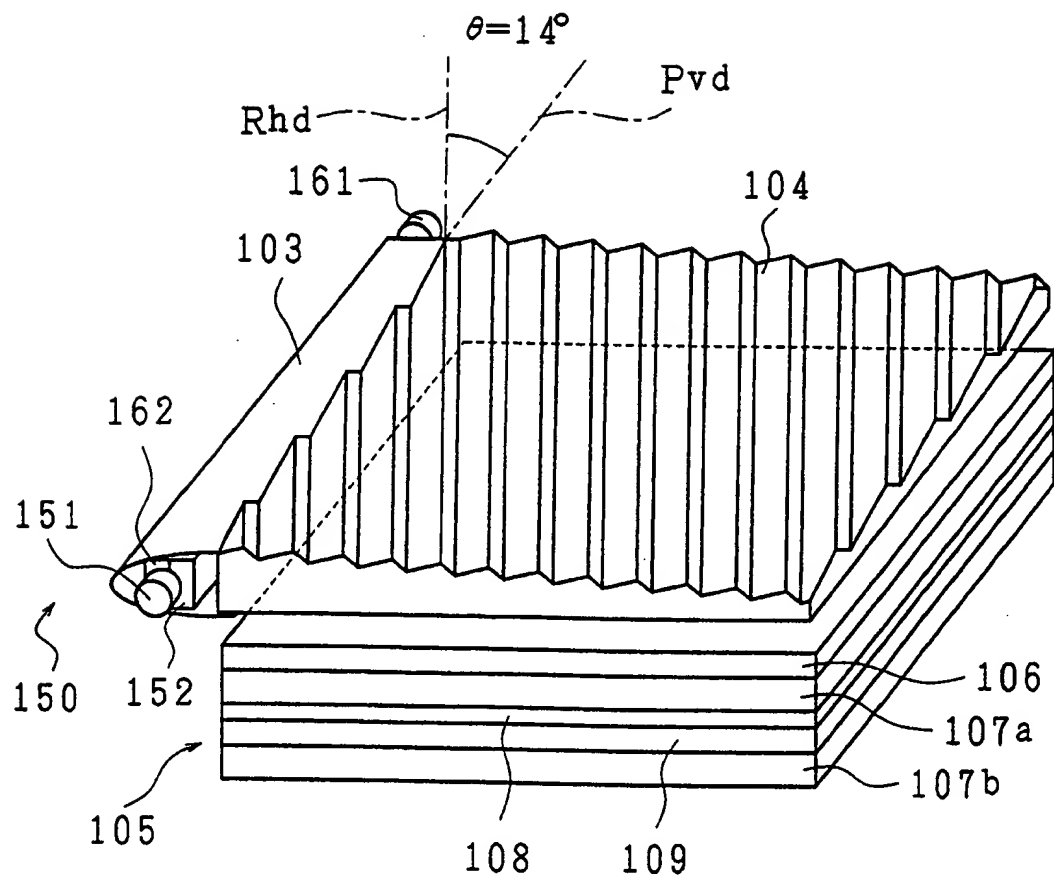
9/60

図 9



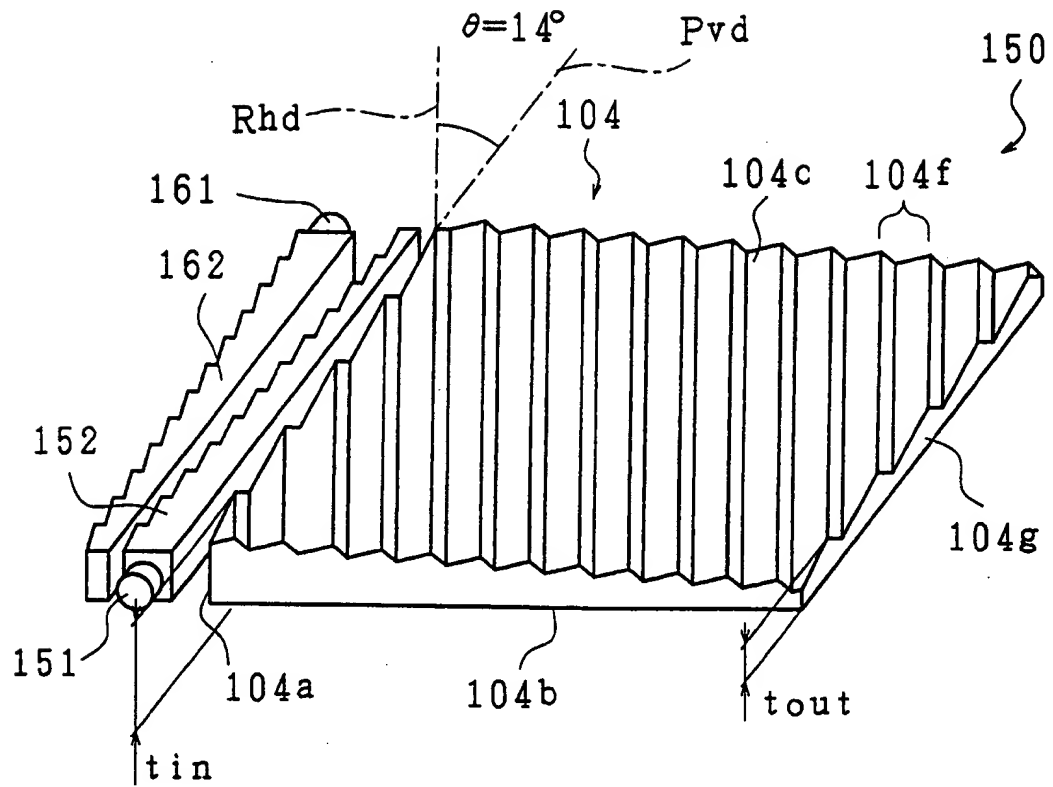
10/60

10



11/60

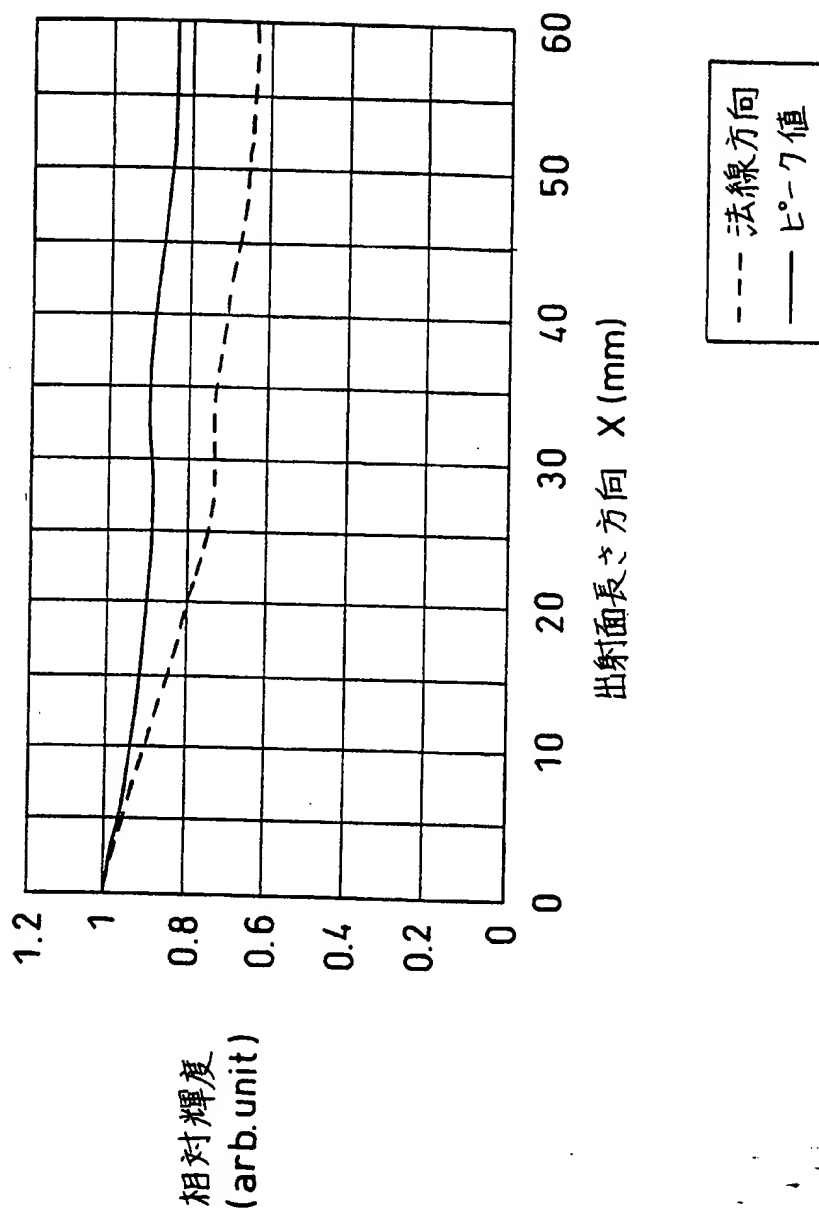
11





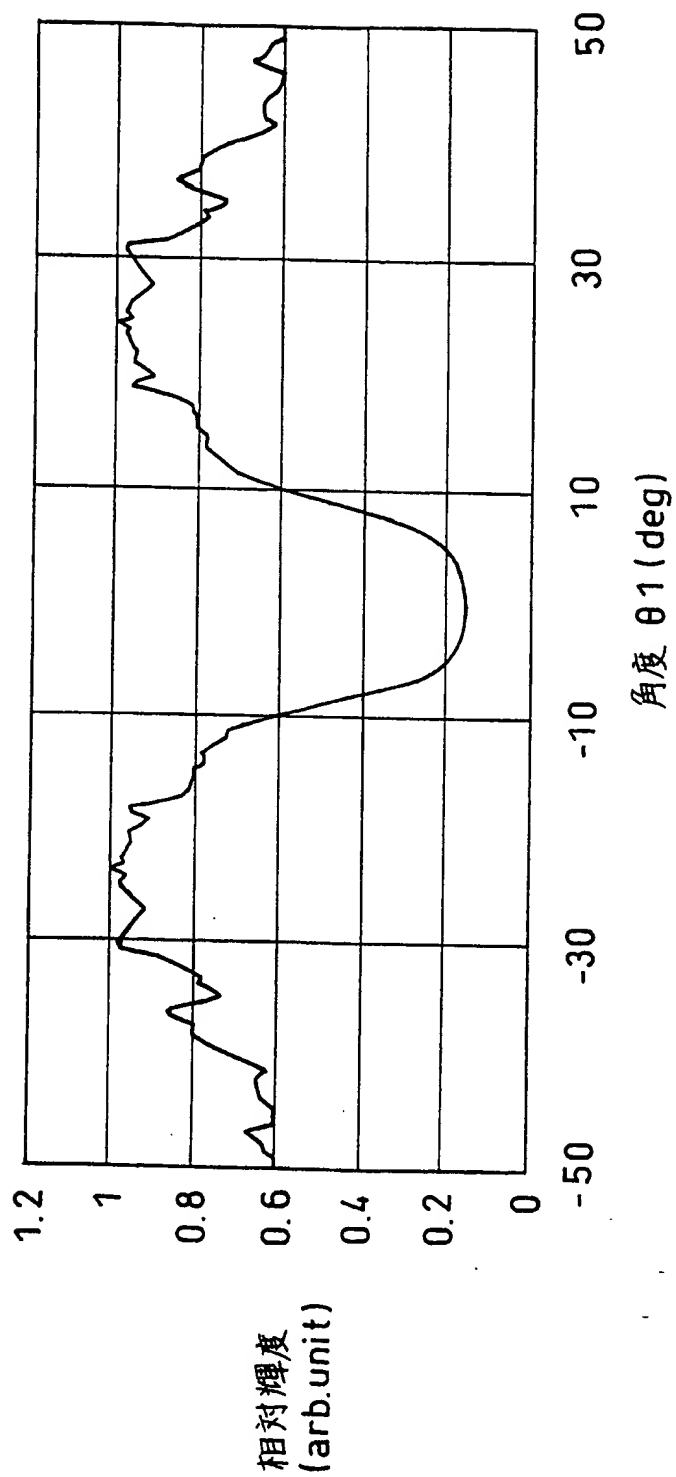
13/60

図 13



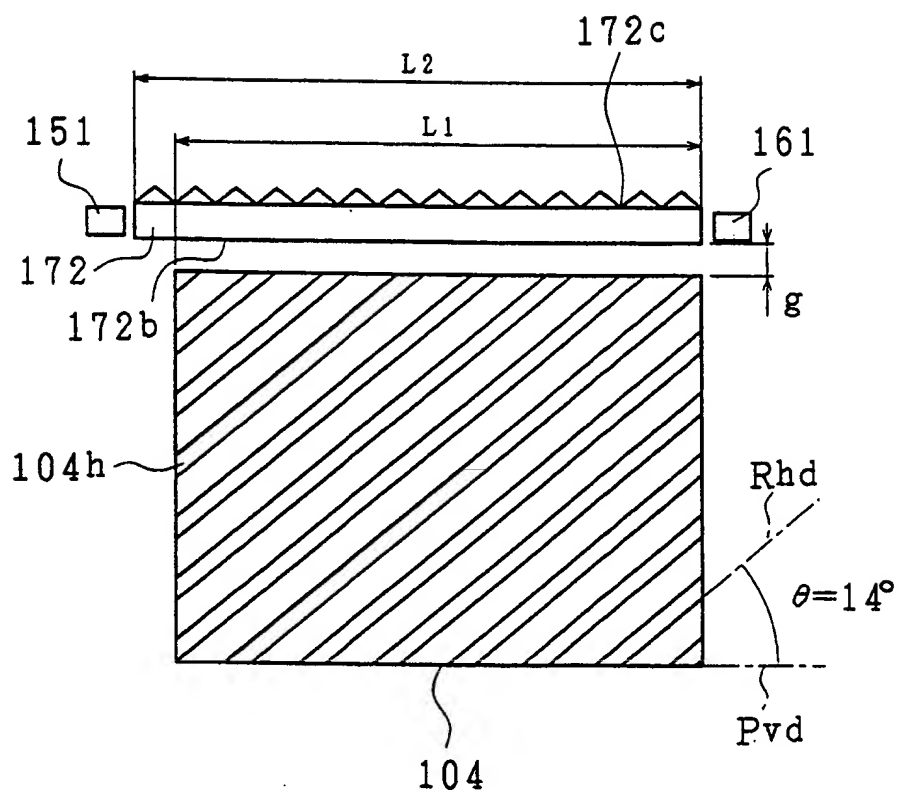
14/60

図 14



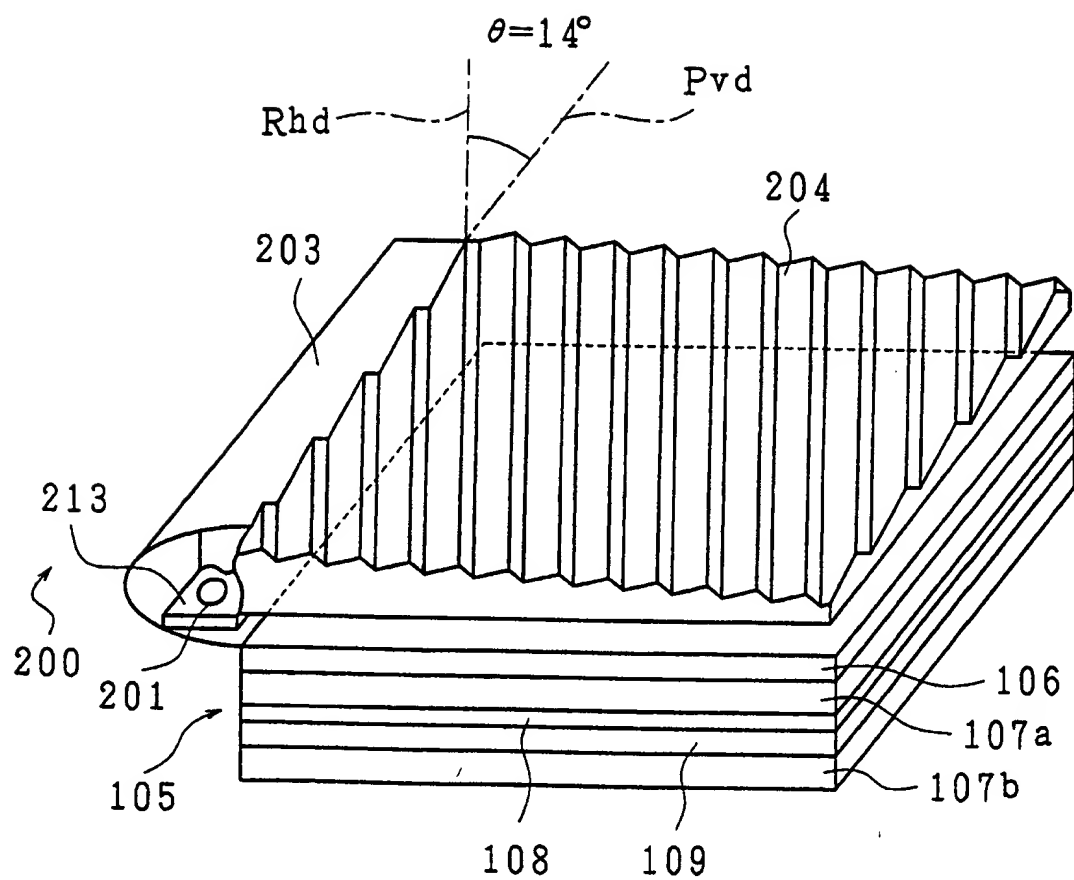
15/60

15



16/60

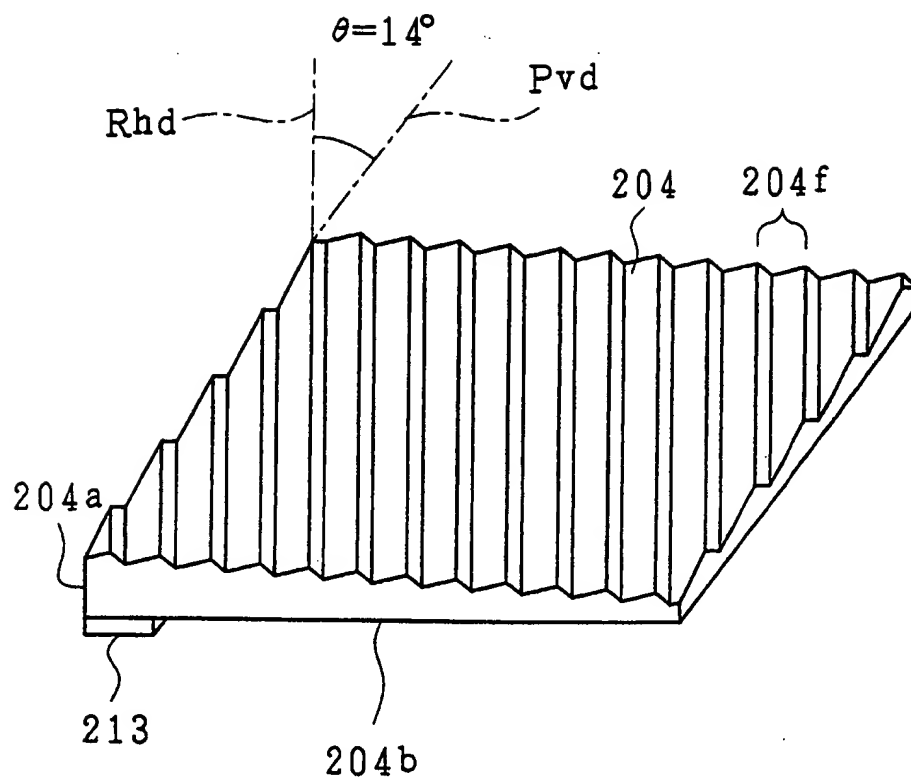
16



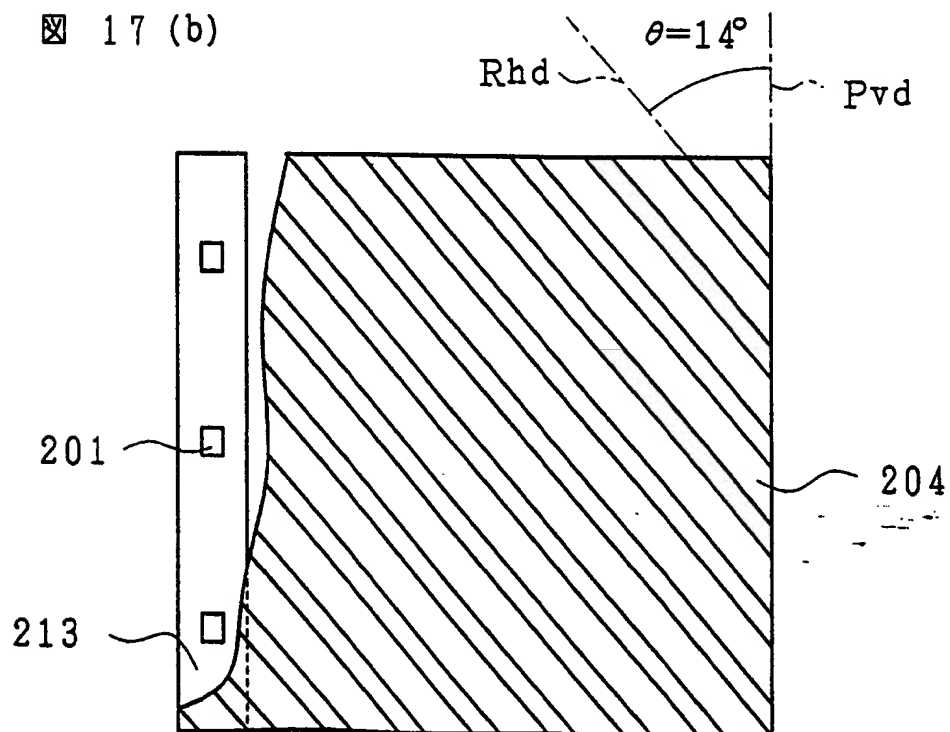


17/60

17 (a)

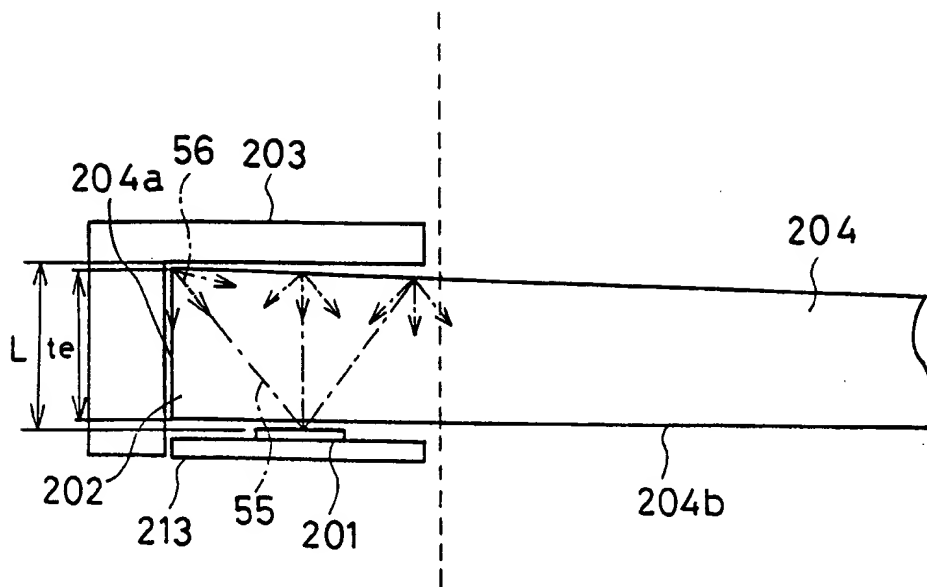


17 (b)



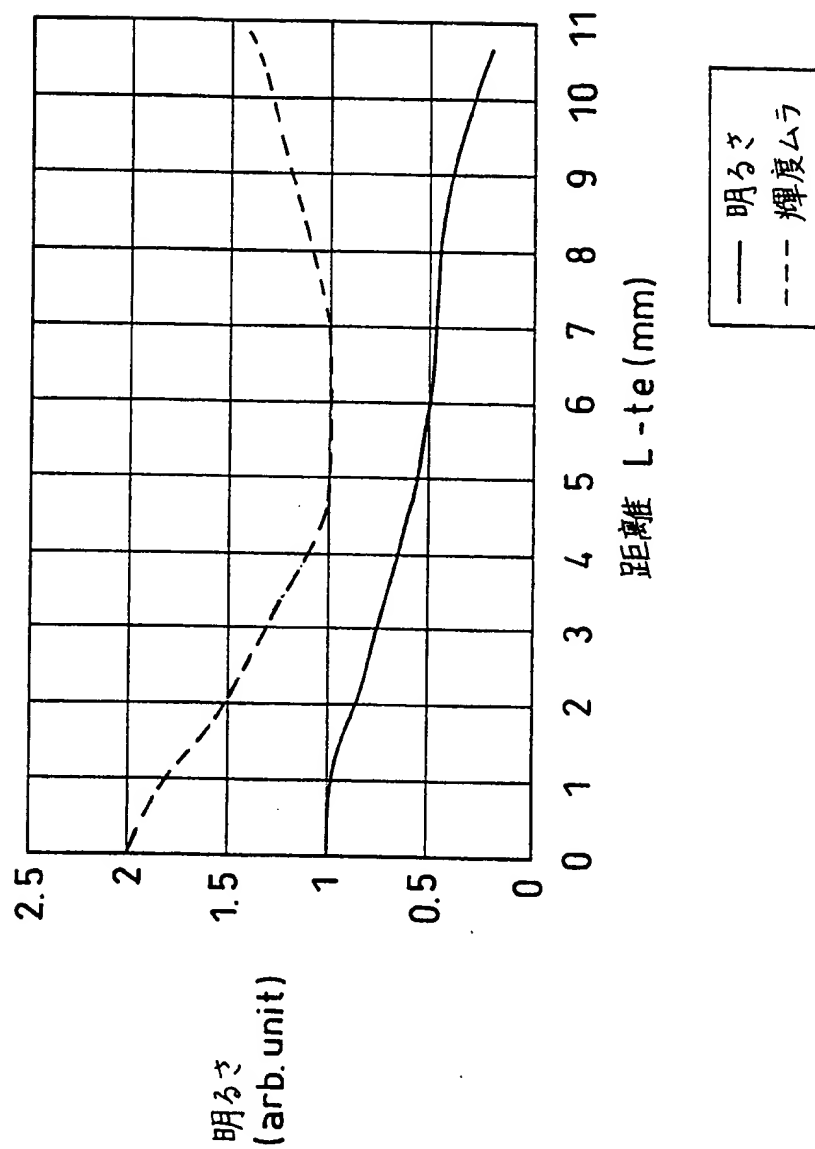
18/60

18



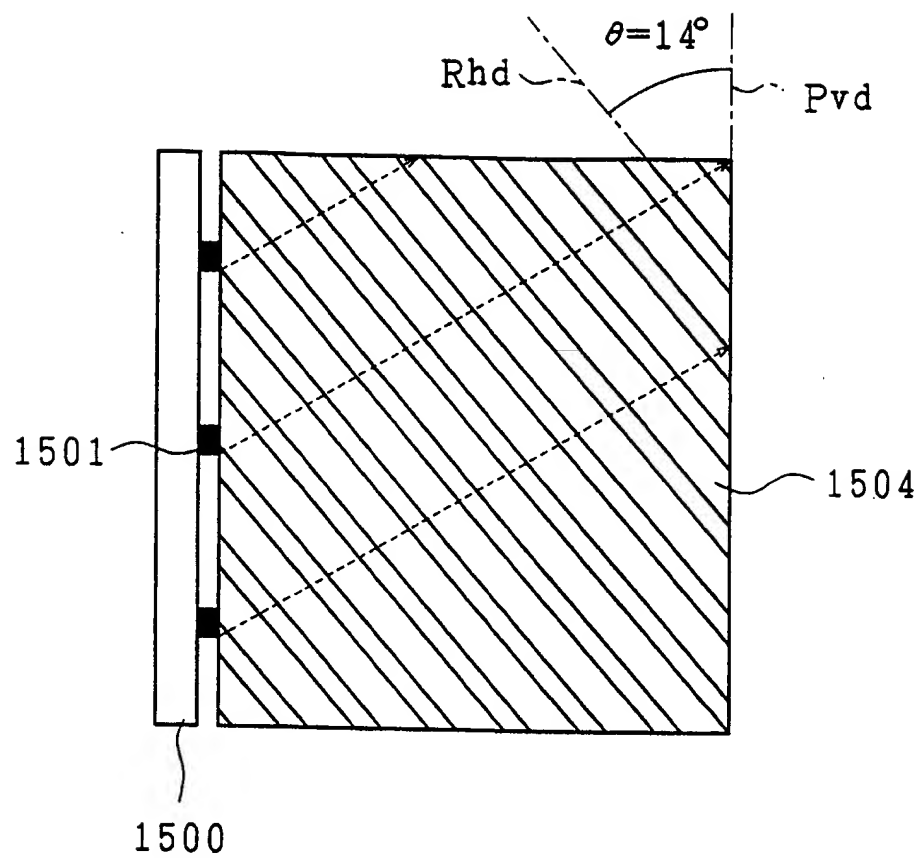
19/60

図 19

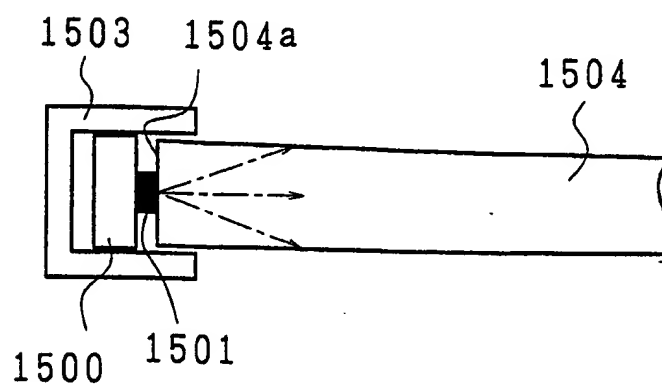


20/60

20 (a)



20 (b)



21/60

21

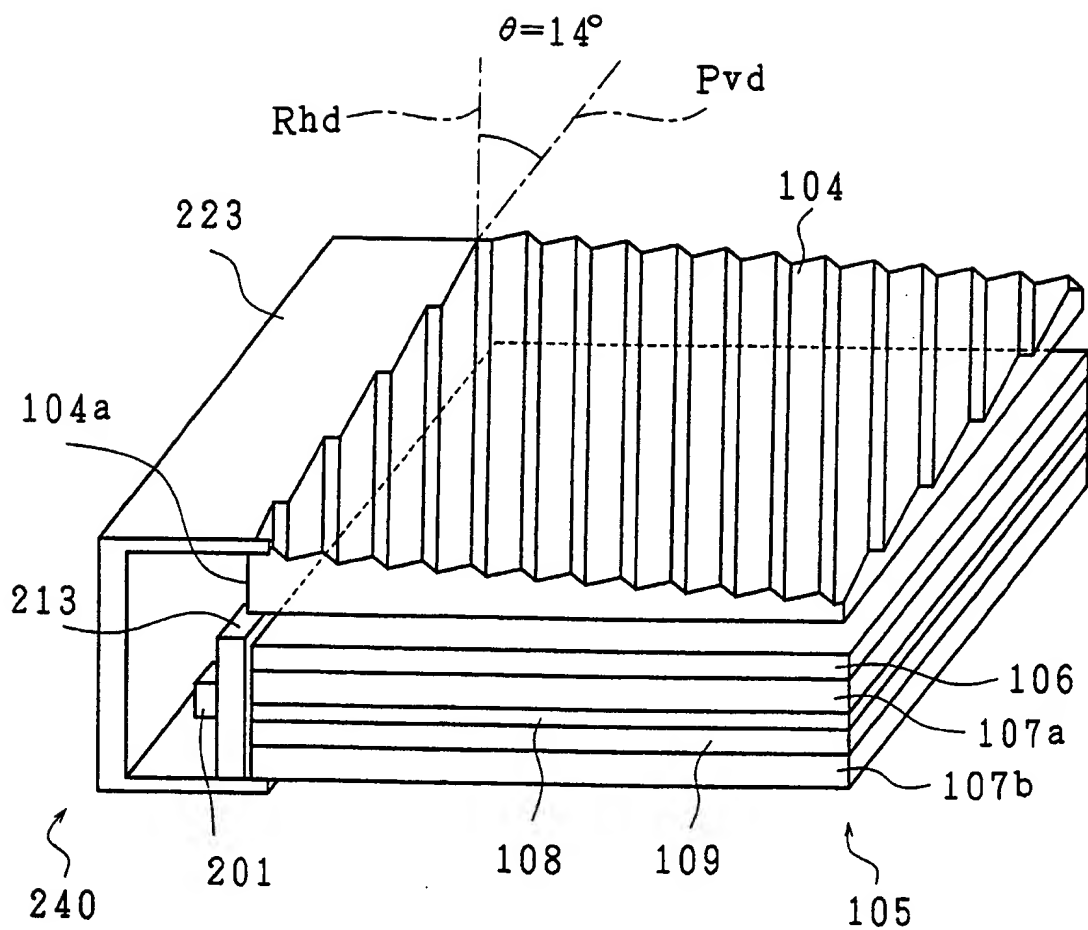


図 22

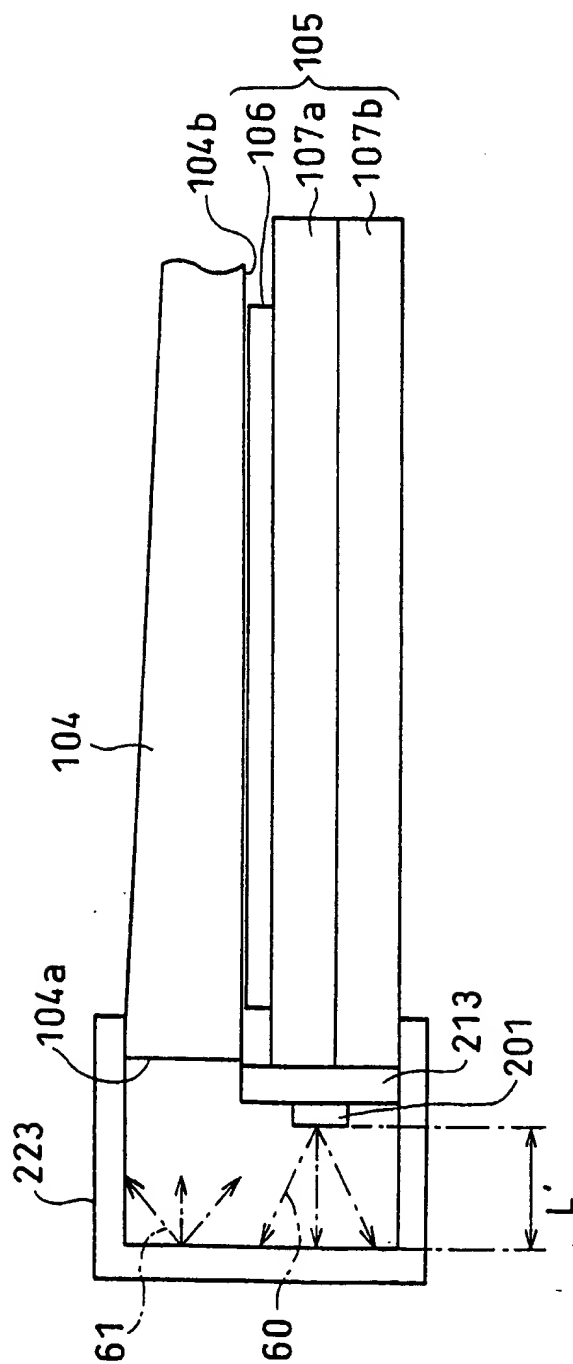
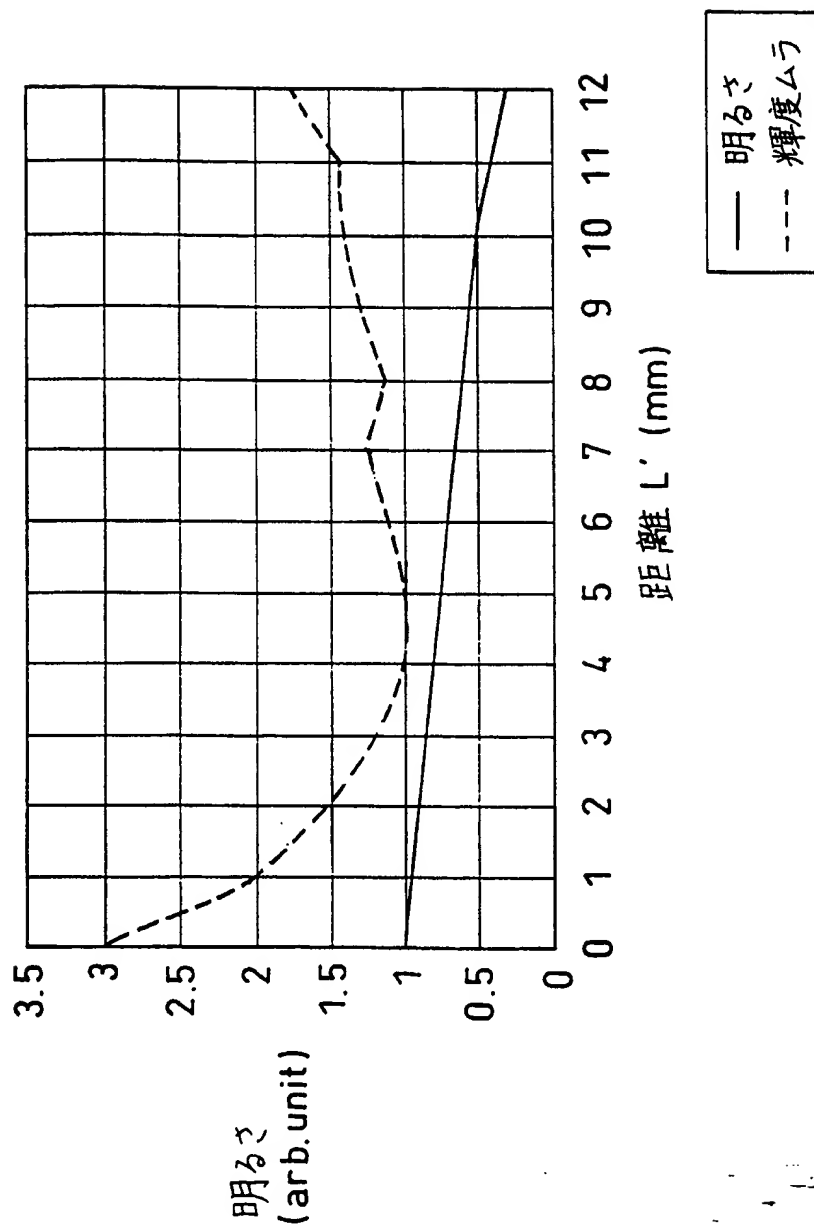
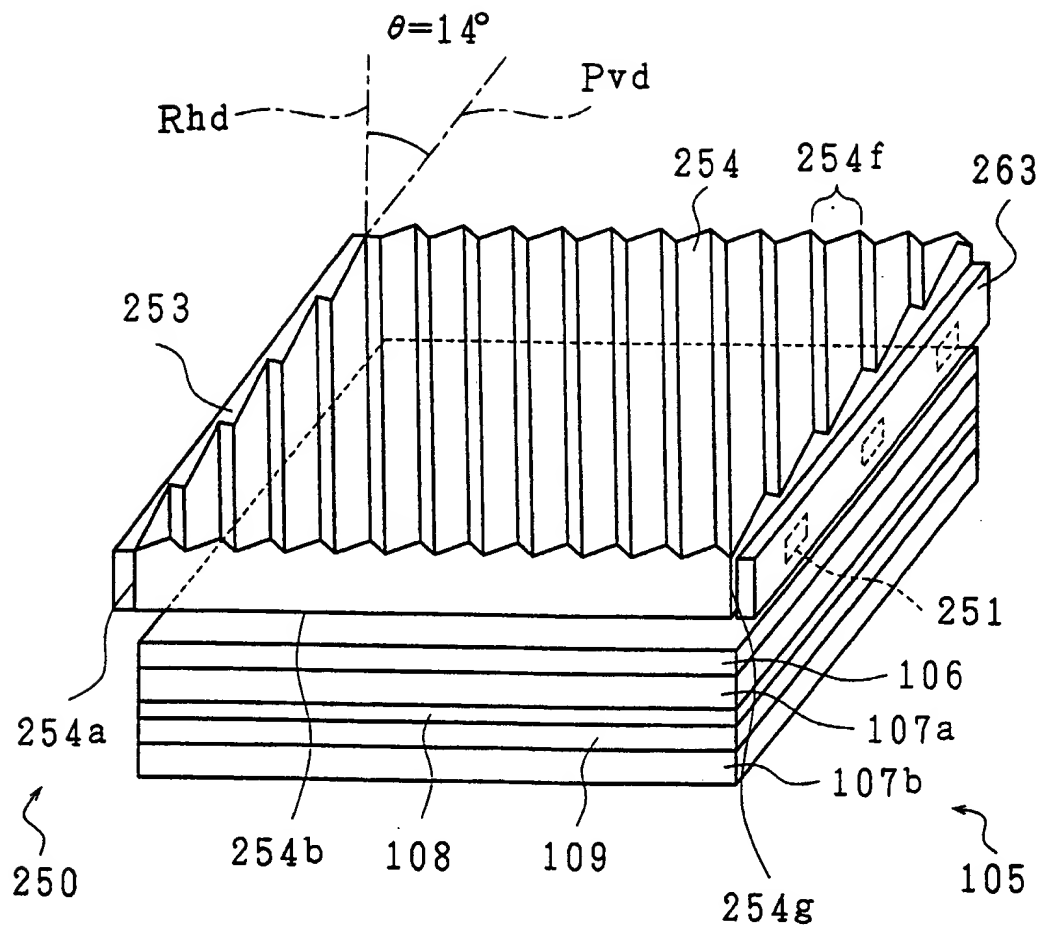


図 23



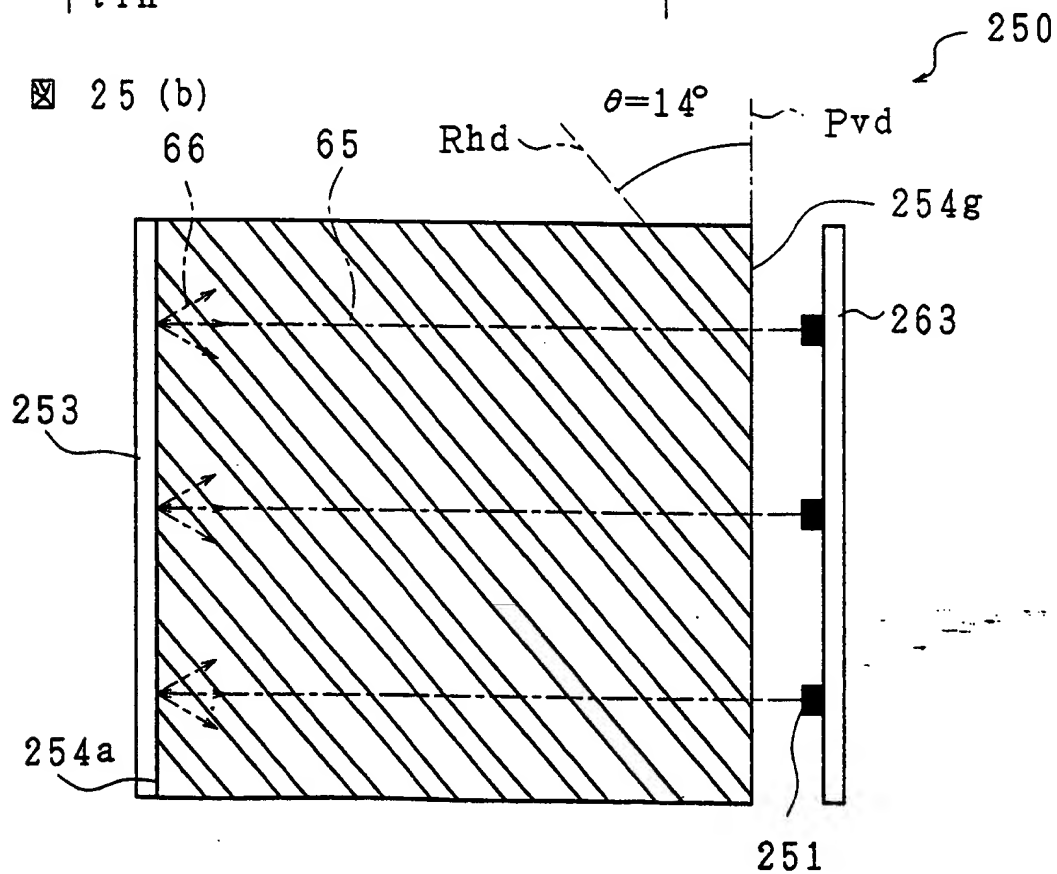
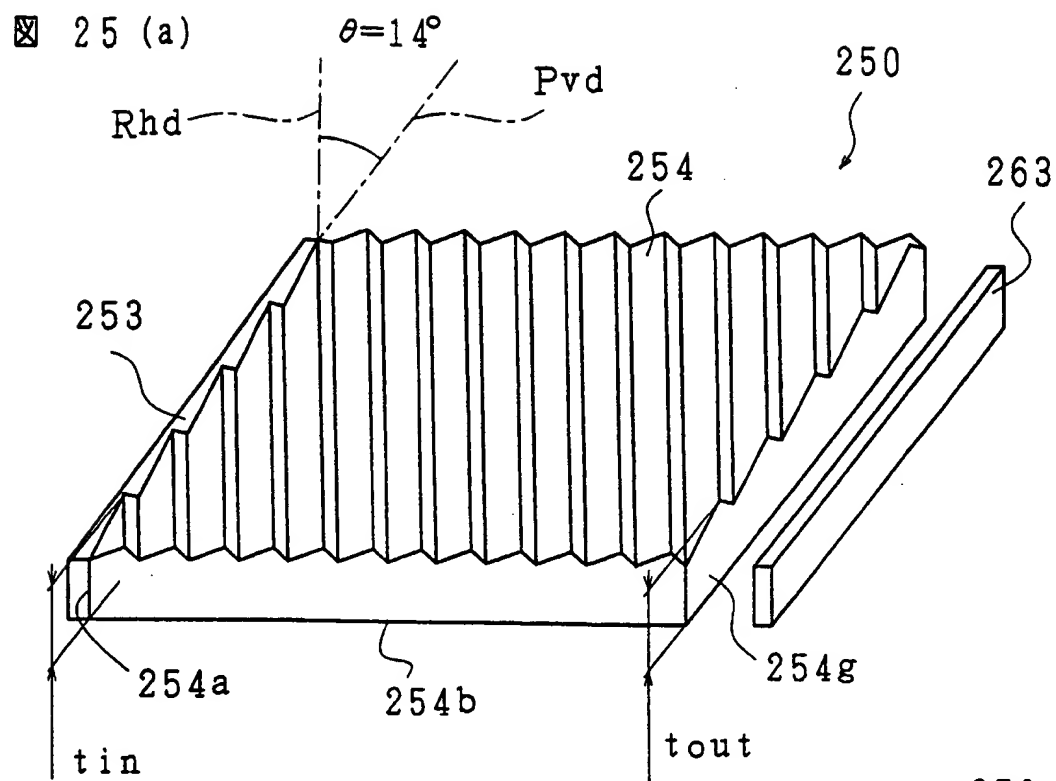
24/60

24



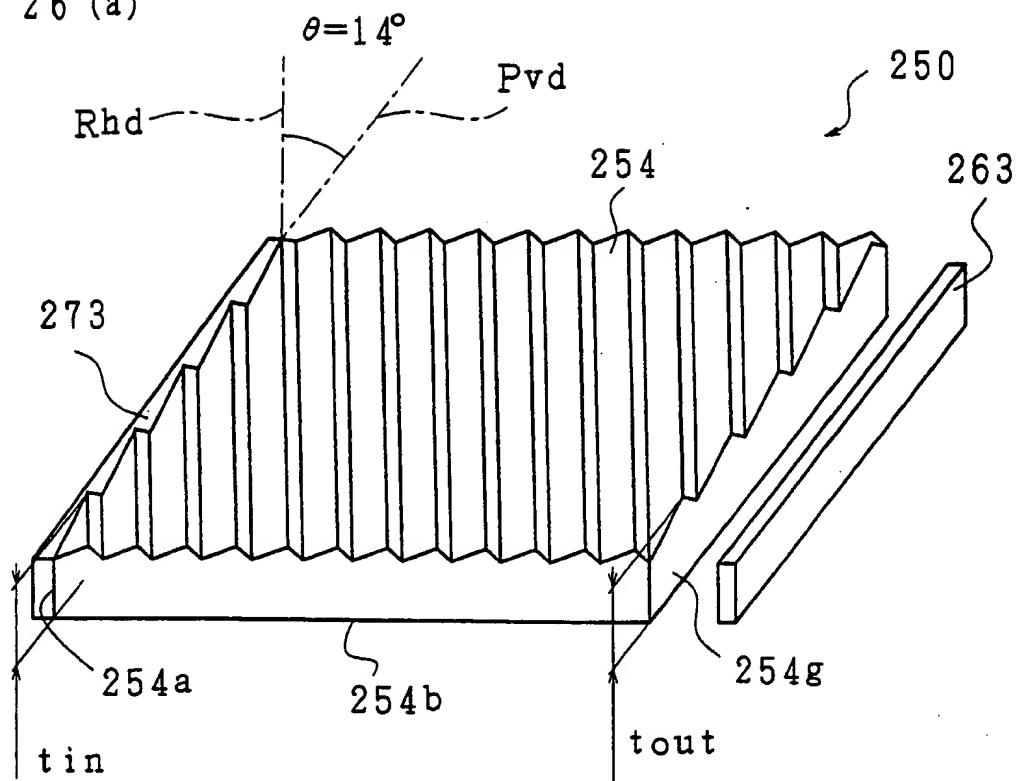


25/60

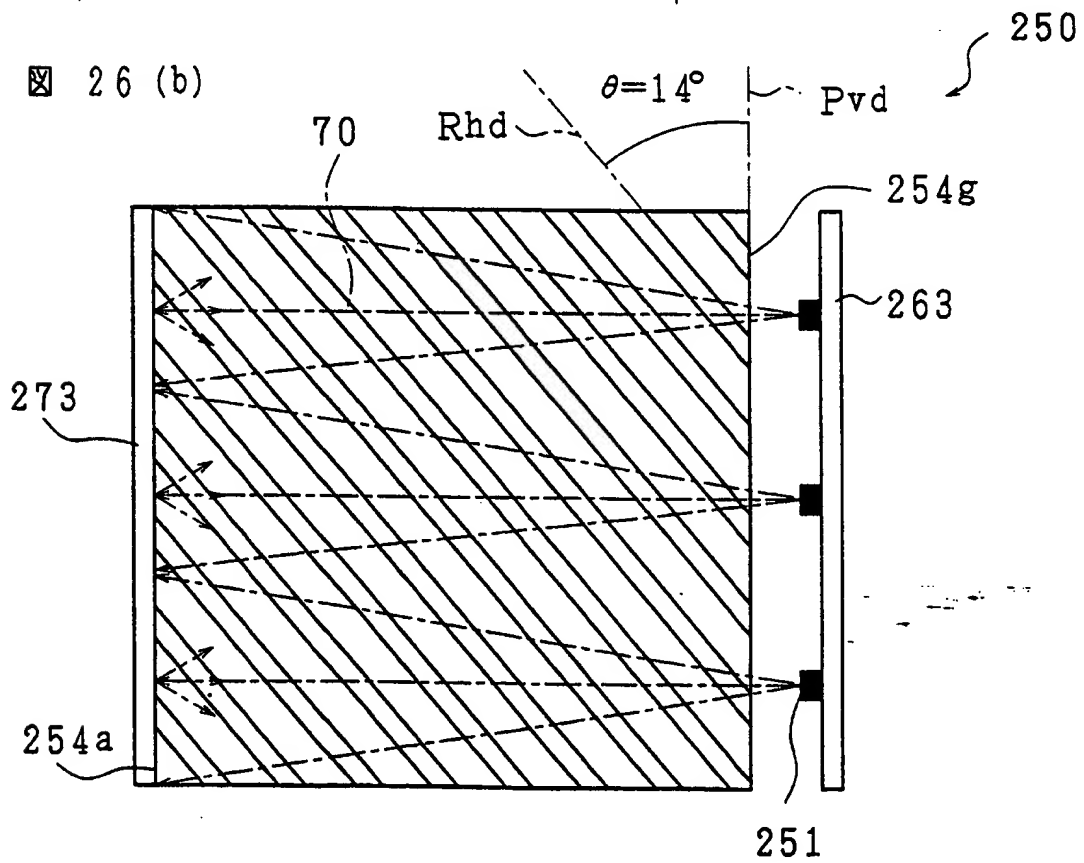


26/60

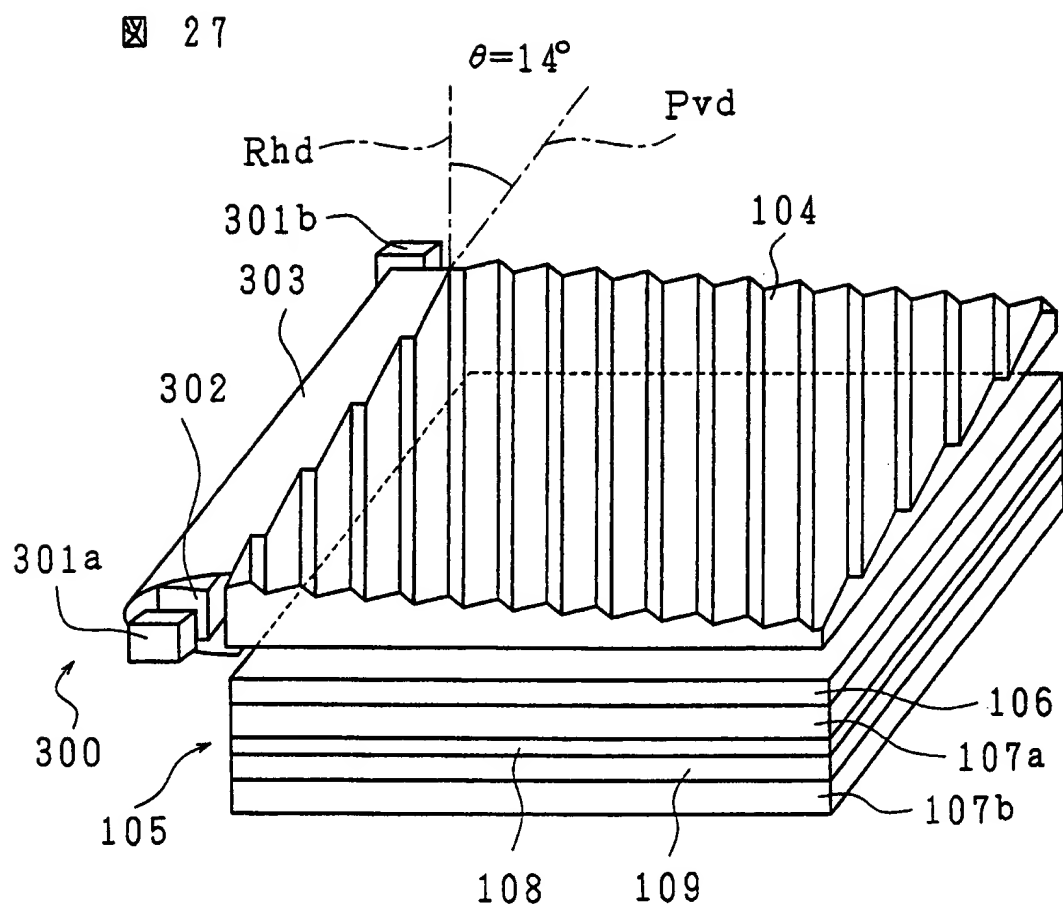
26 (a)



26 (b)



27/60

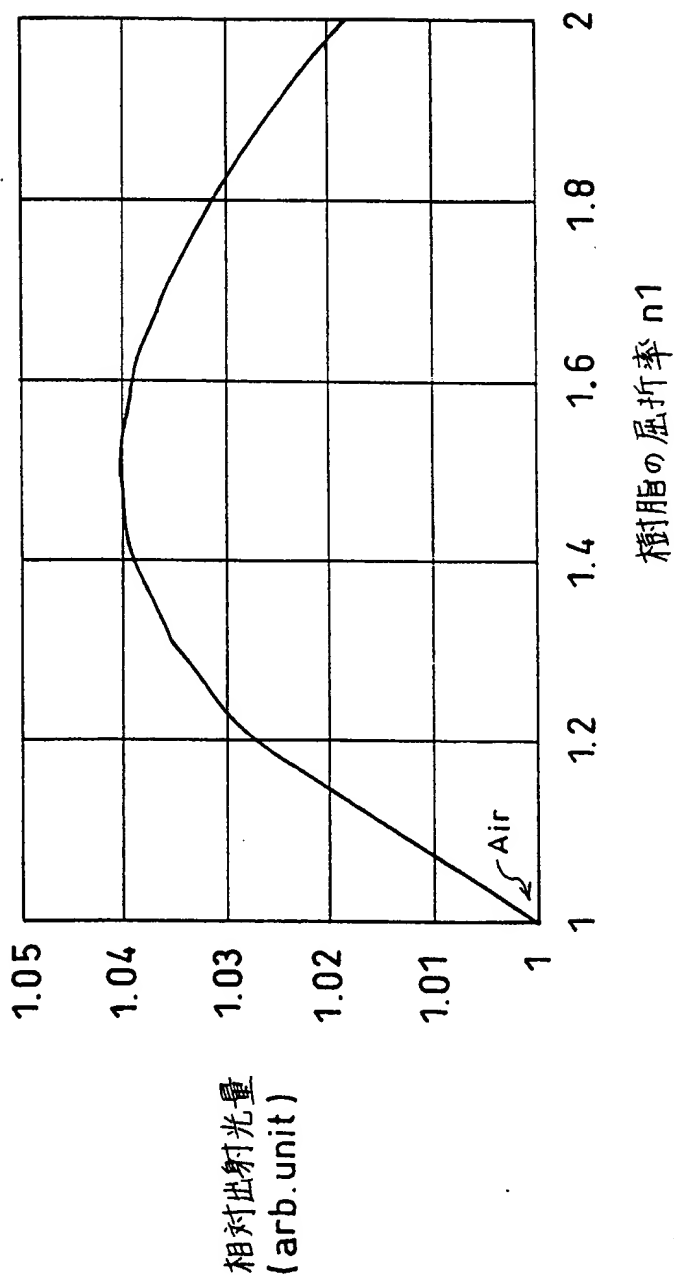






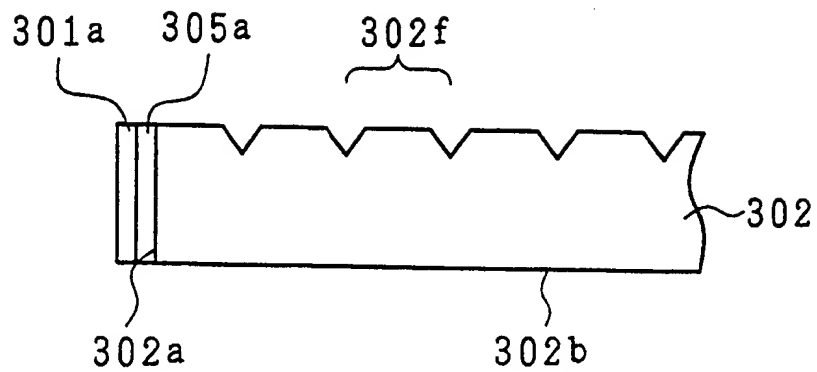
30/60

図 30

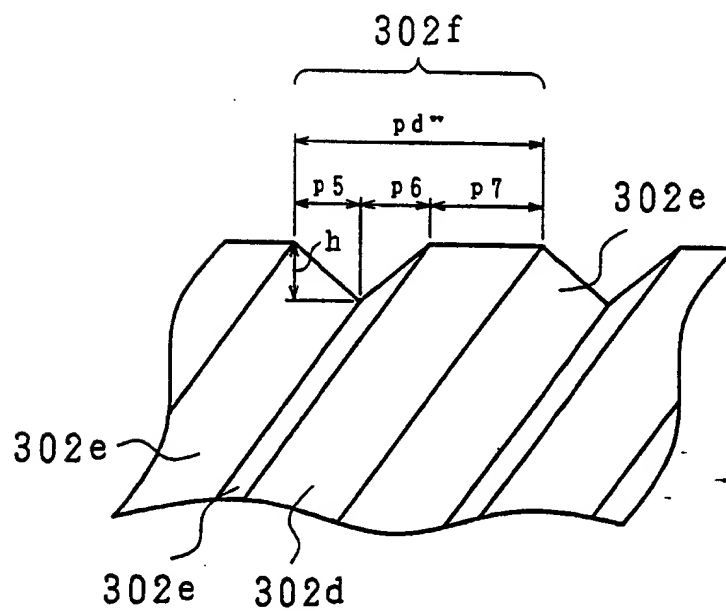


31/60

31 (a)

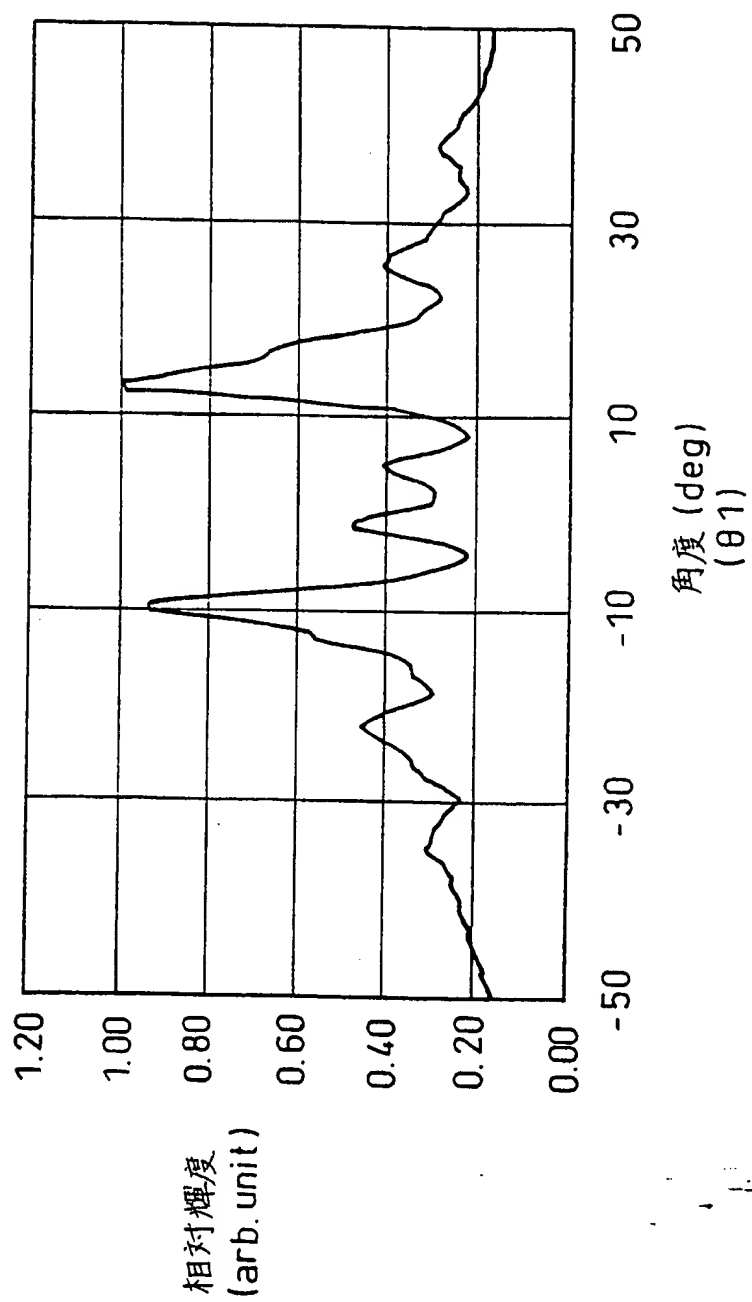


31 (b)



32/60

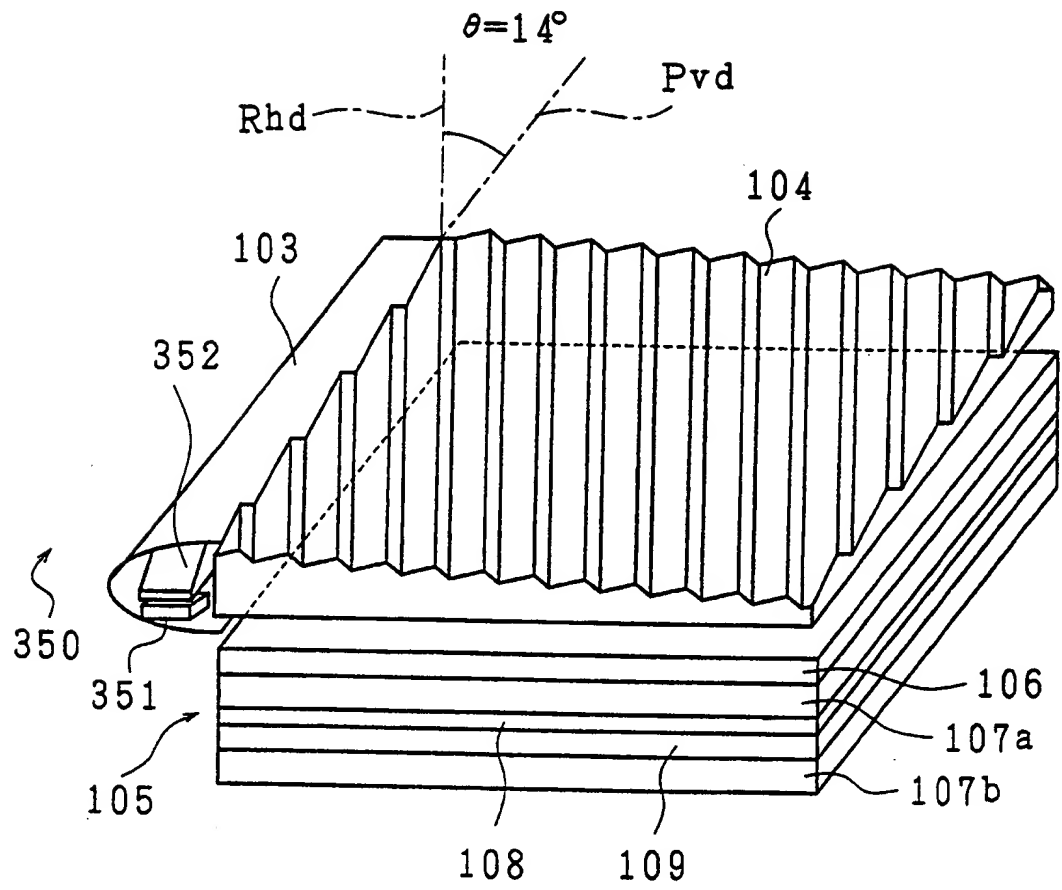
图 32





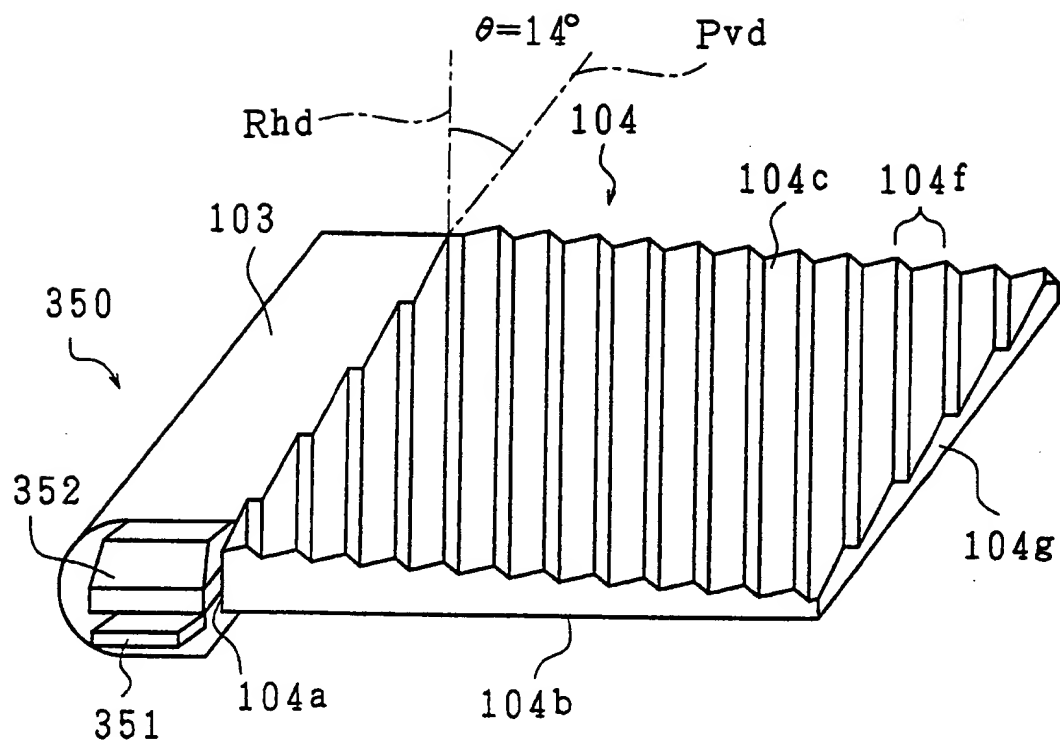
33/60

33



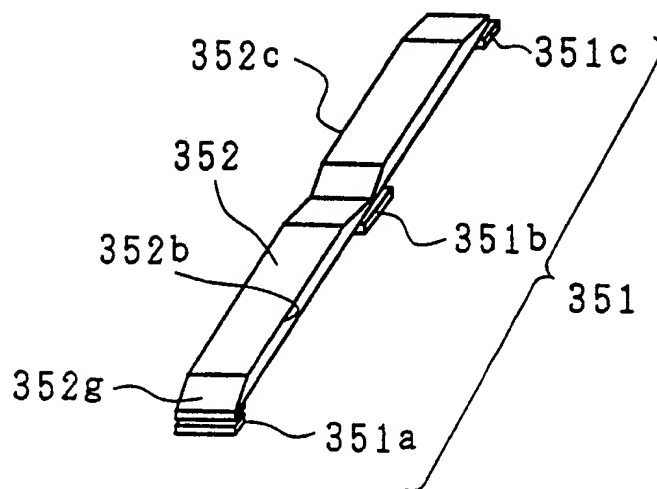
34/60

☒ 34

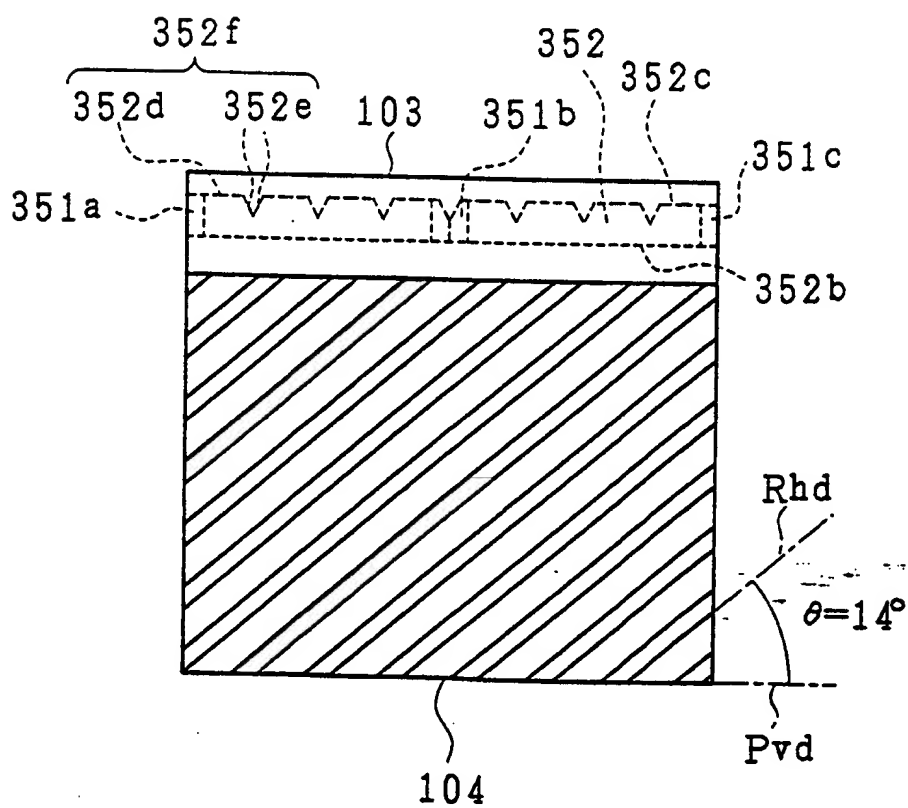


35/60

☒ 35 (a)



☒ 35 (b)



36 / 60

図 36 (a)

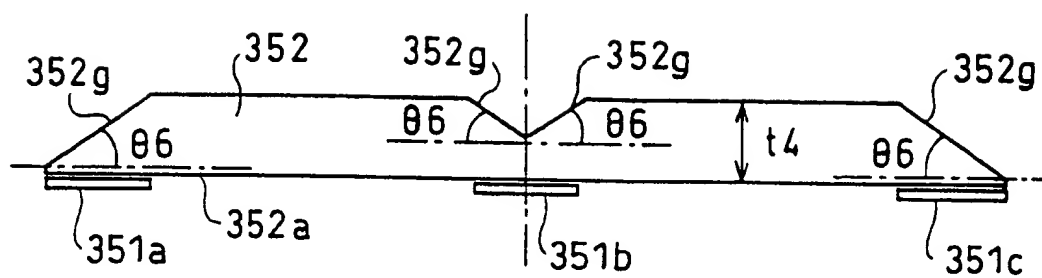
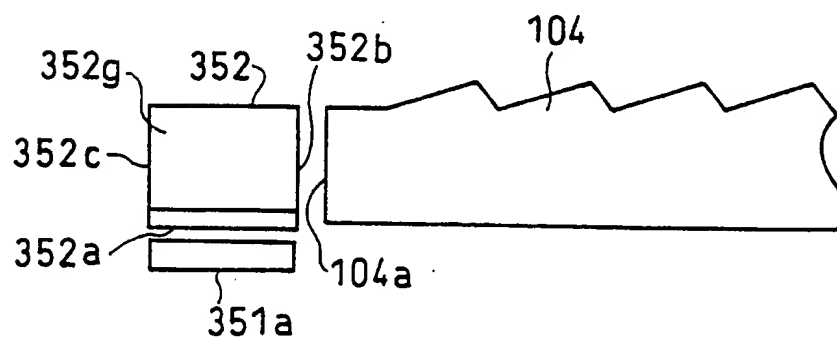
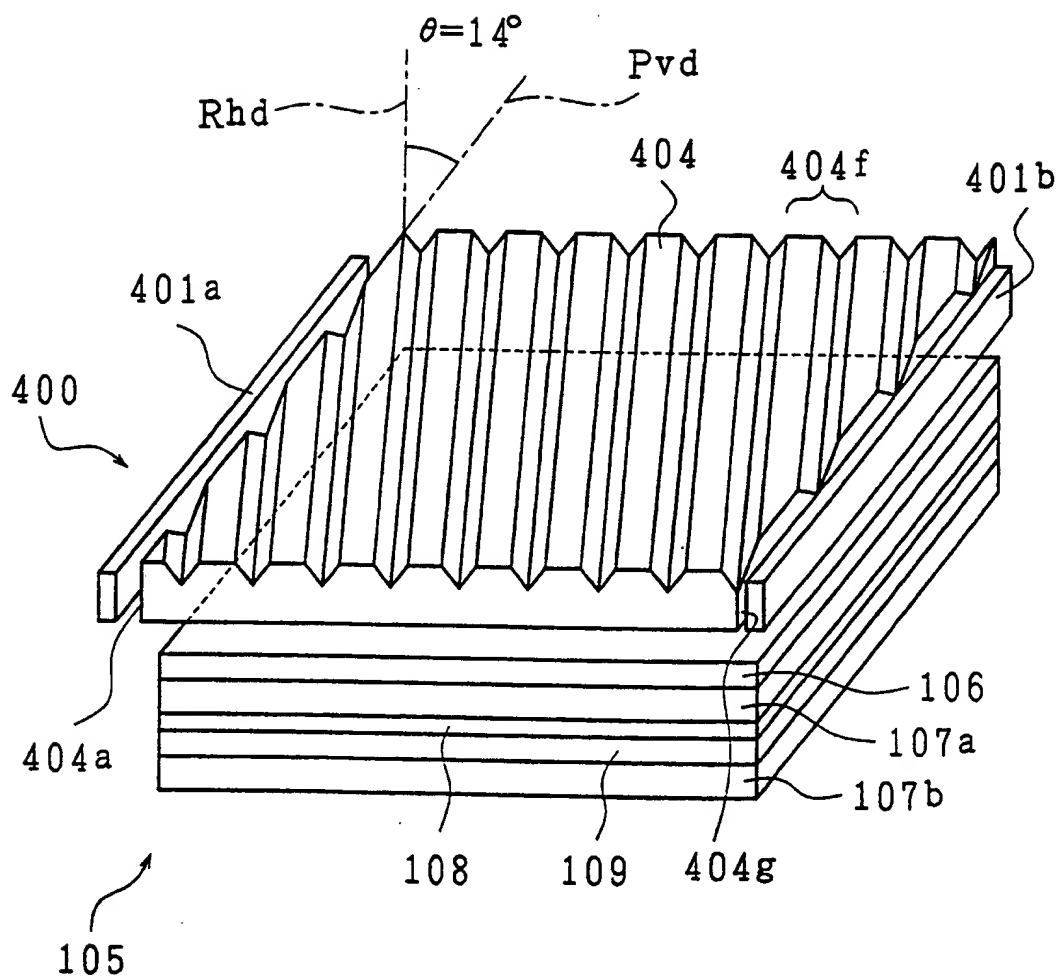


図 36 (b)



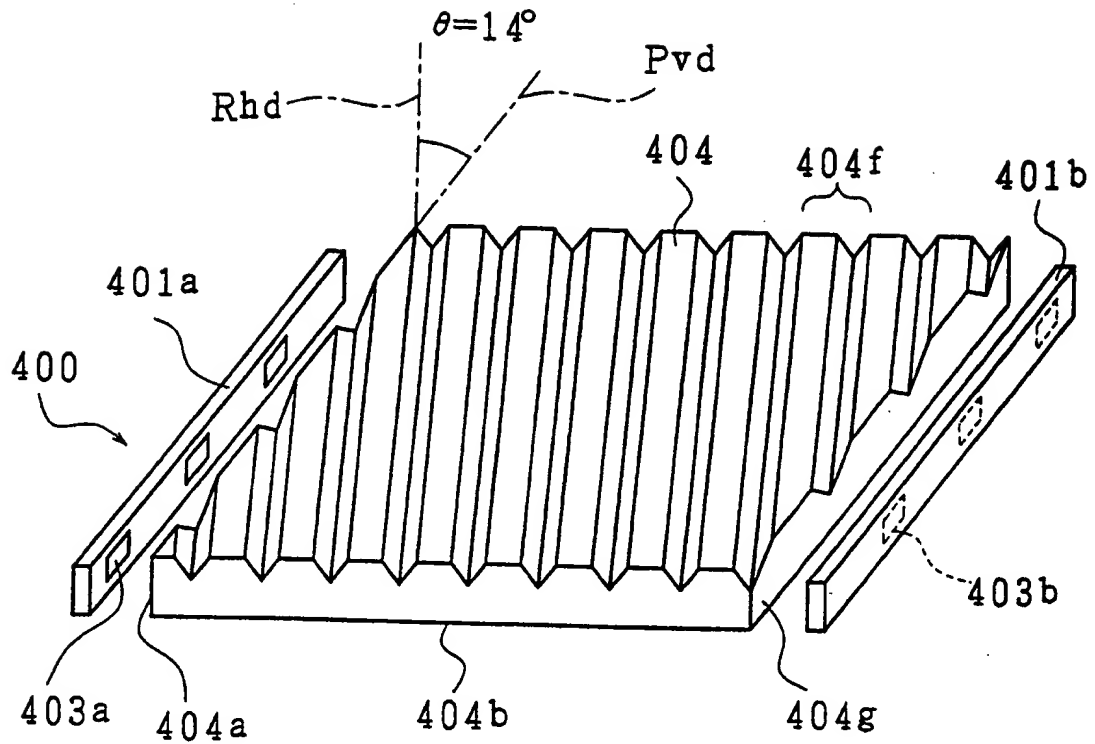
37/60

37

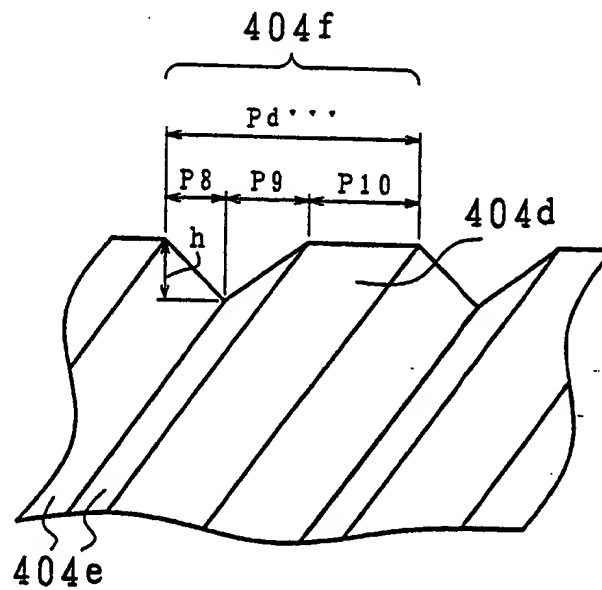


38/60

38 (a)



38 (b)



39/60

図 39(a)

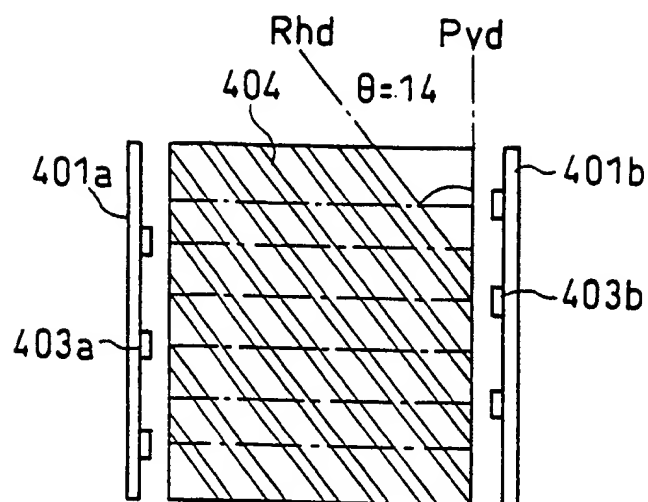


図 39(b)

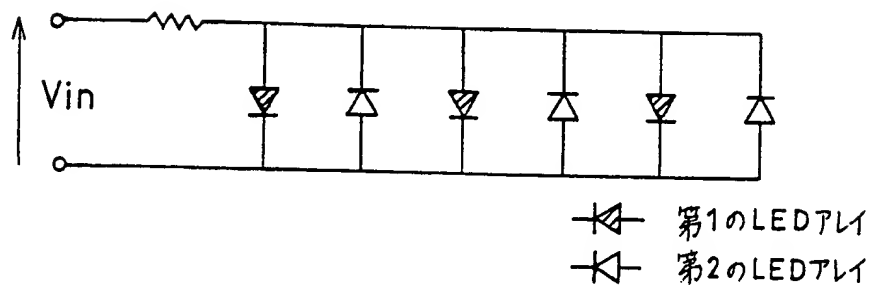


図 39(c)

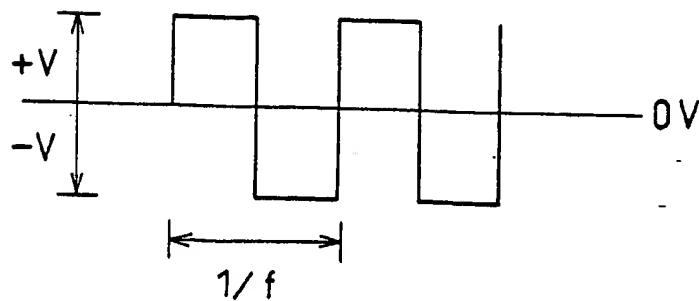


図 40

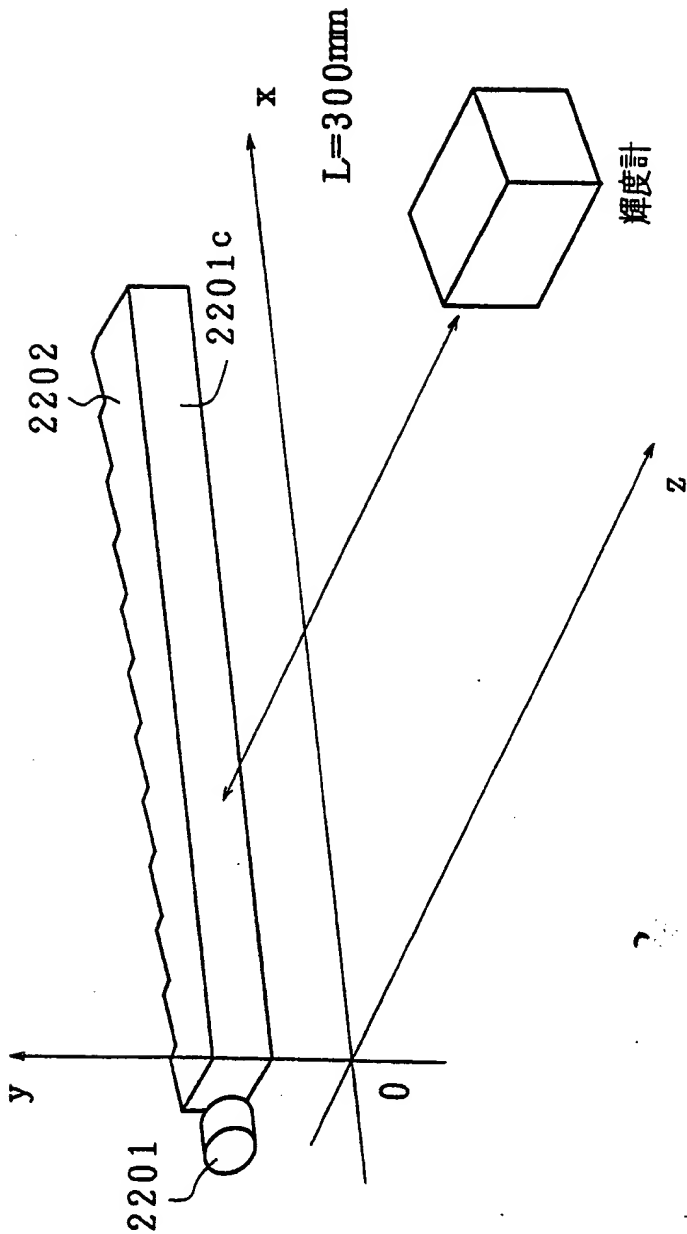
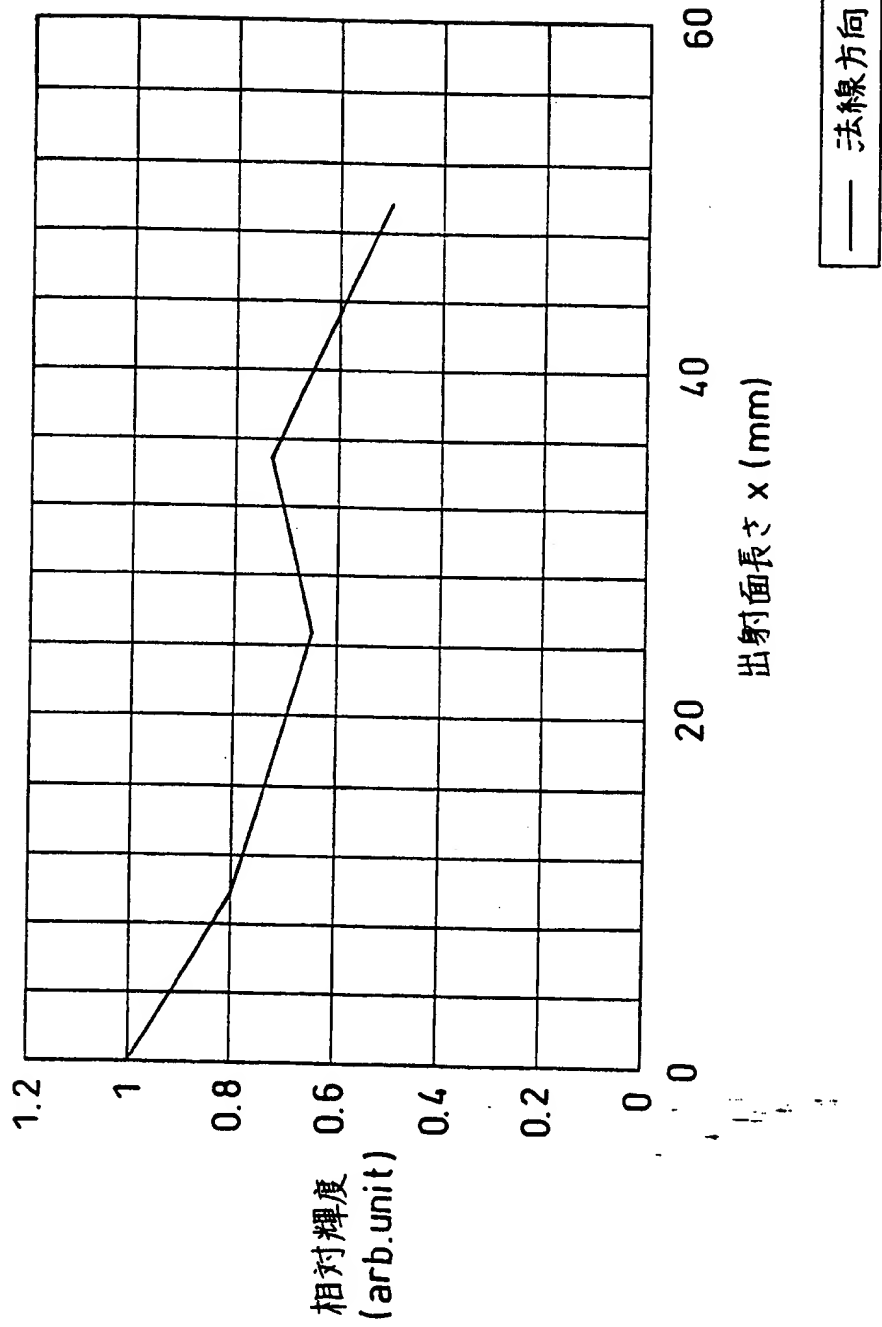


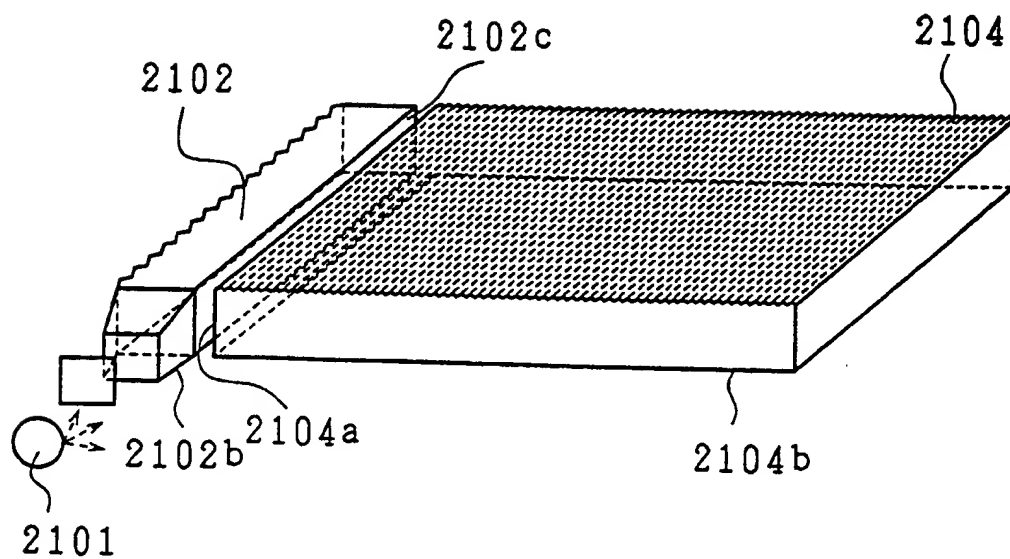


図 41

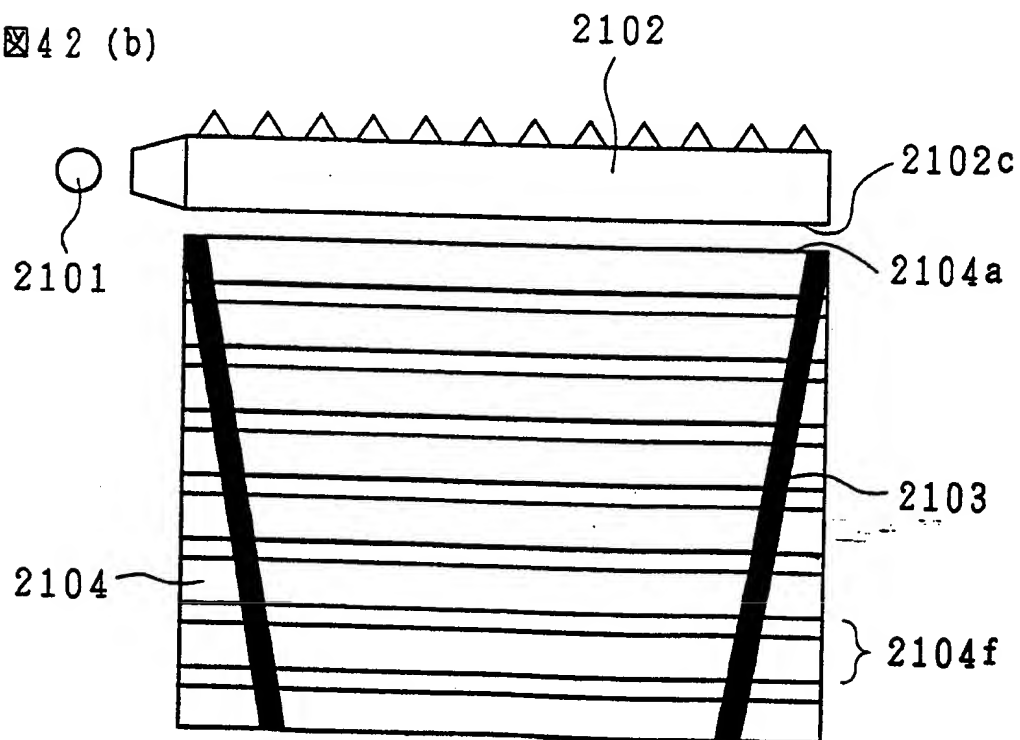


42/60

42 (a)

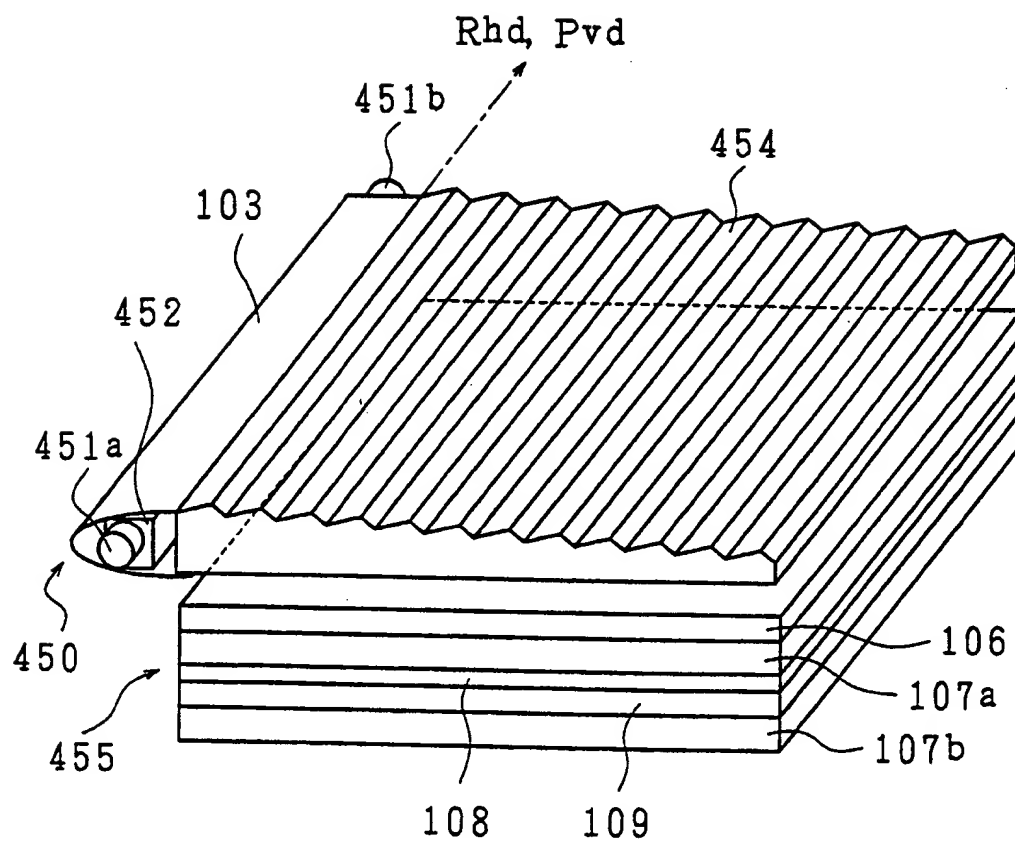


42 (b)



43/60

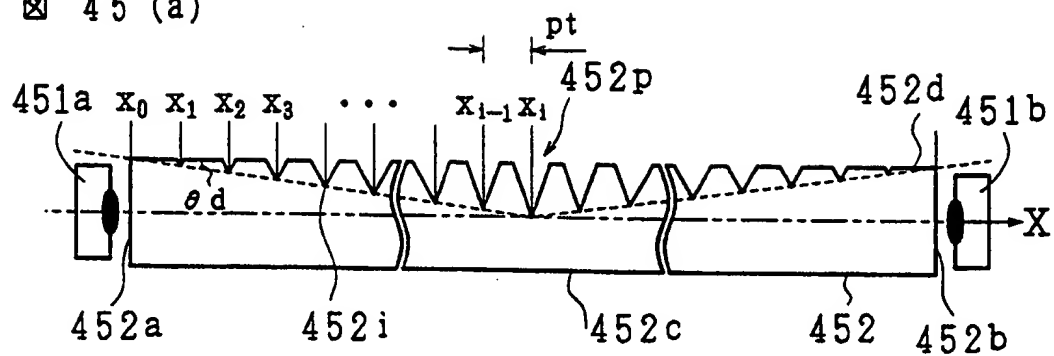
43



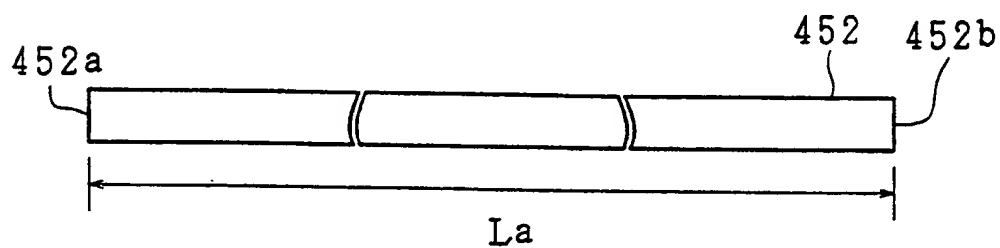


45/60

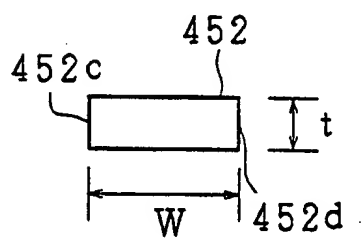
☒ 45 (a)



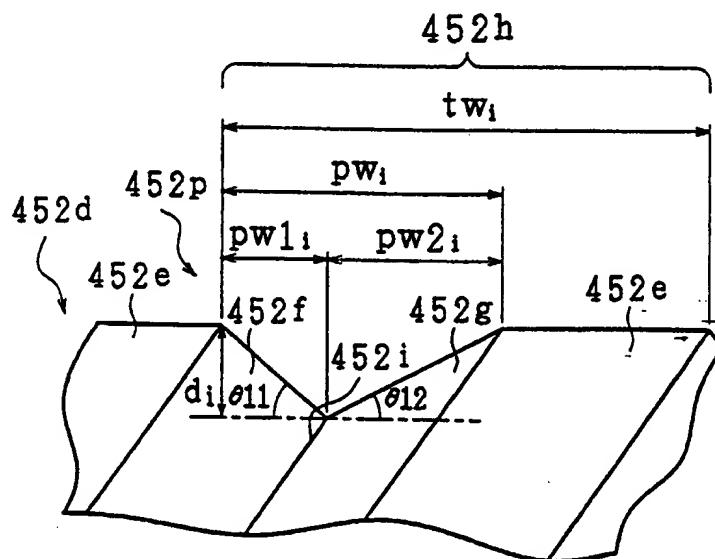
☒ 45 (b)



**45 (c)**

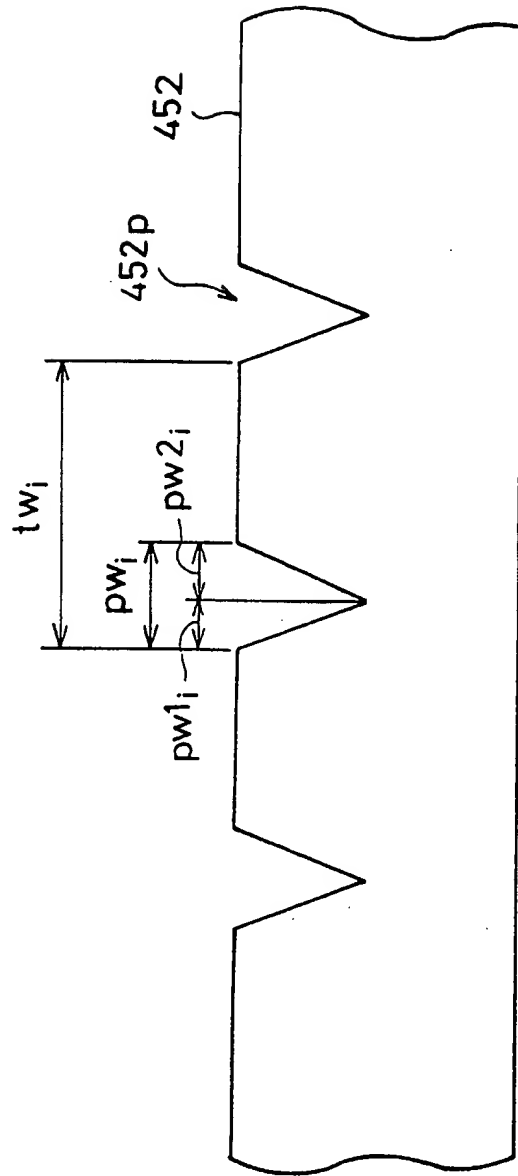


☒ 45 (d)



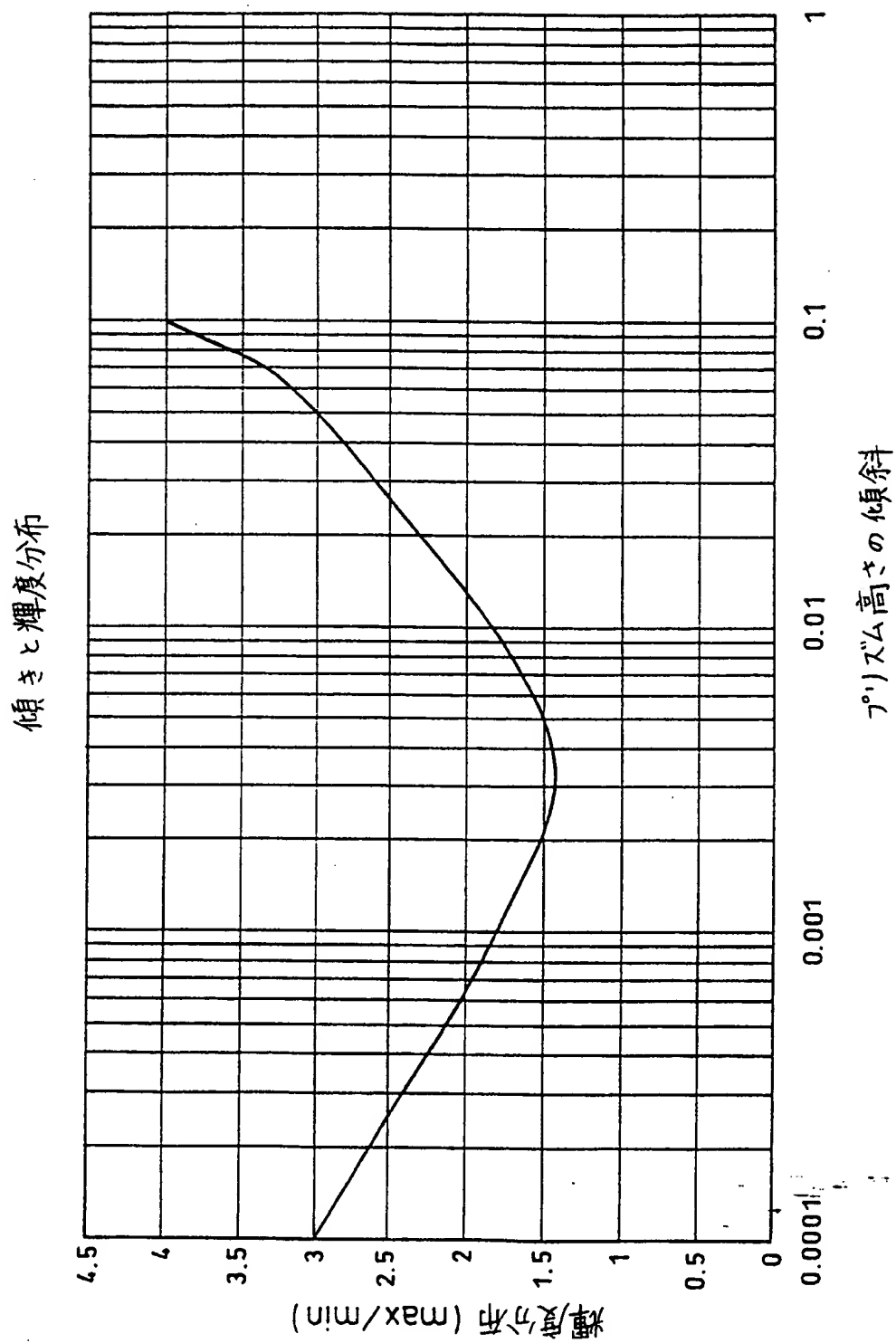
46/60

FIG 46



47/60

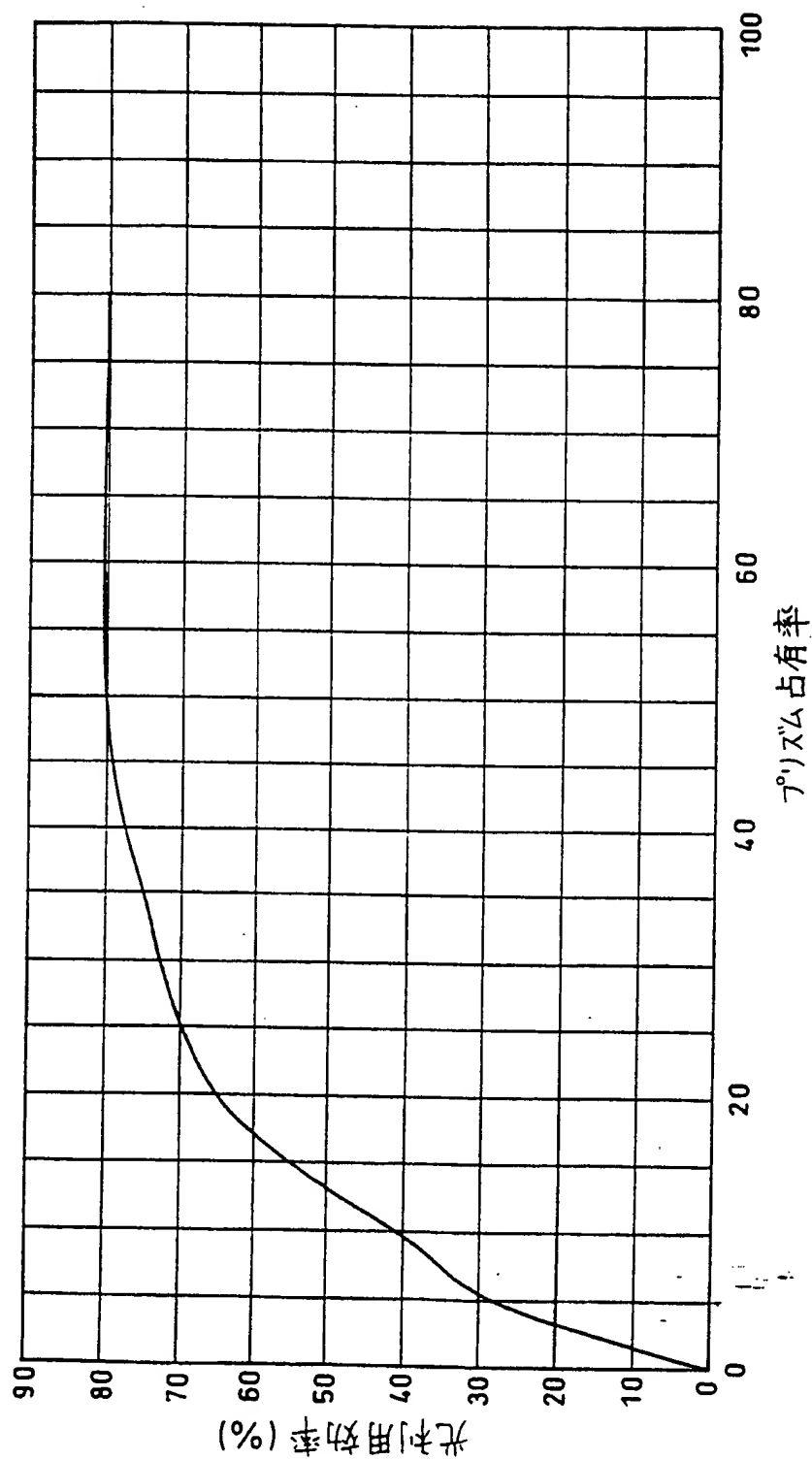
図 47



48/60

図 48

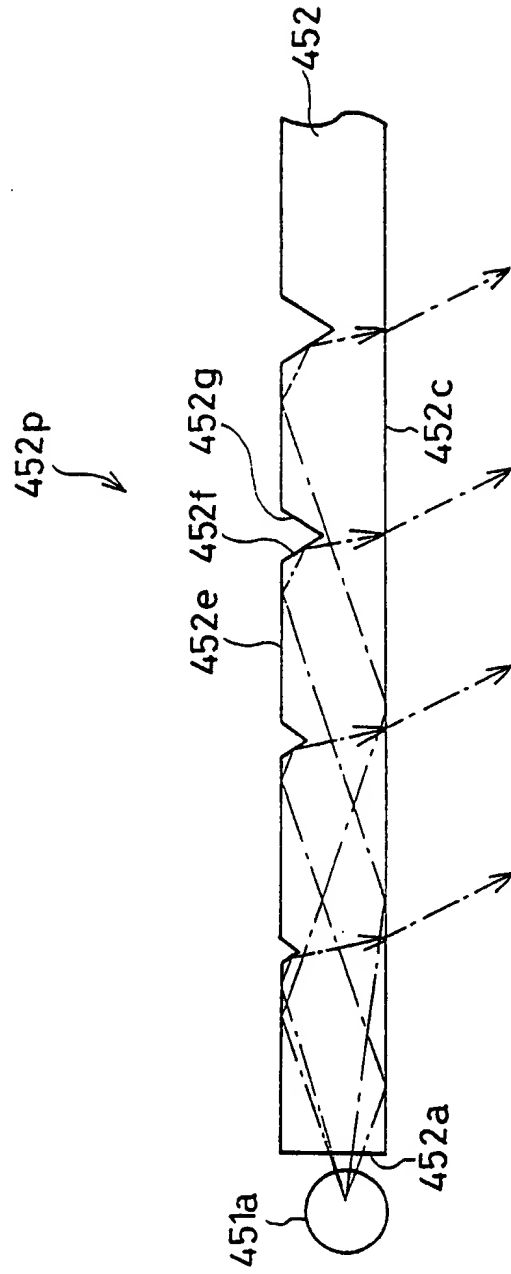
プリズム占有率と光利用効率



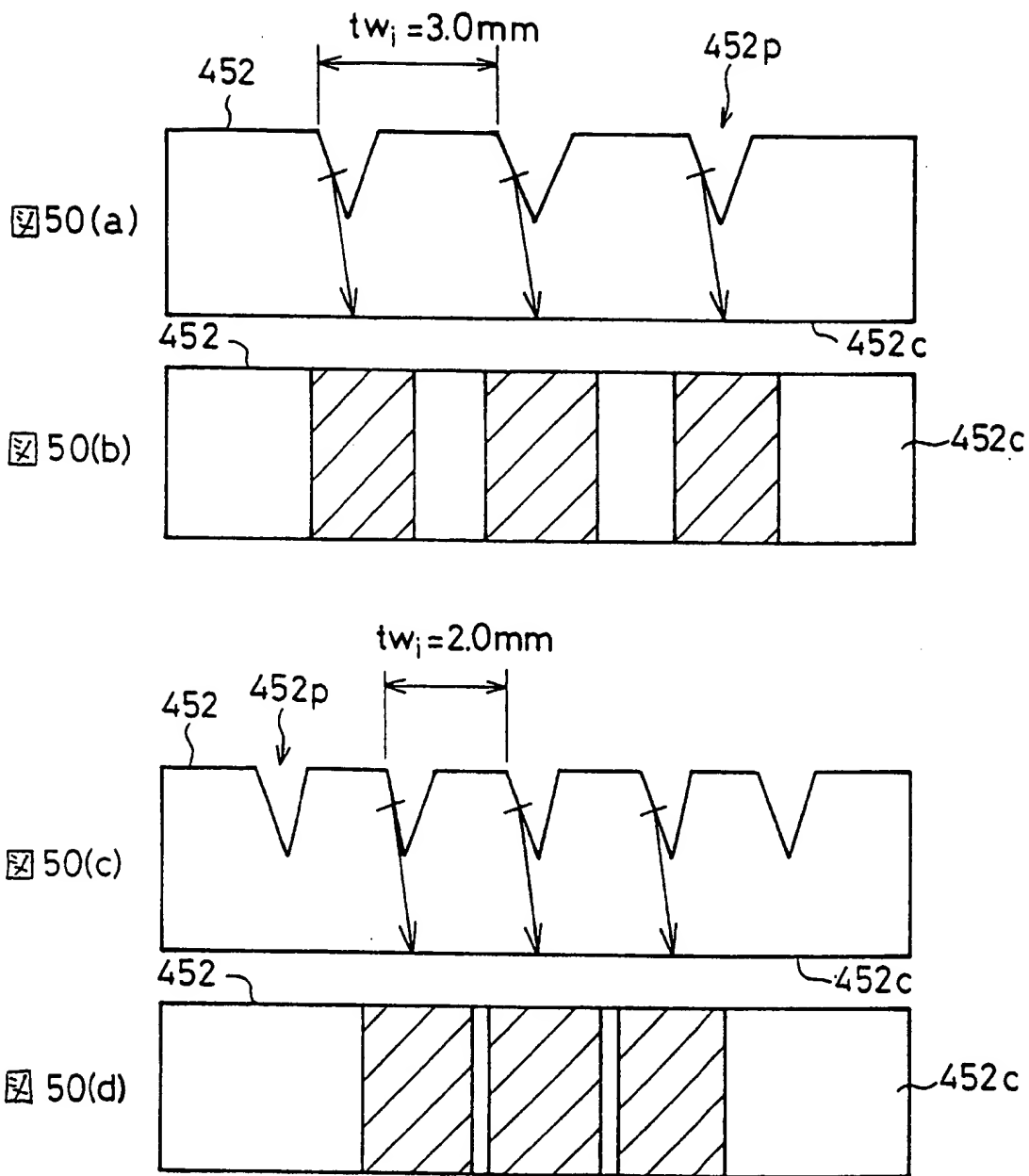


49/60

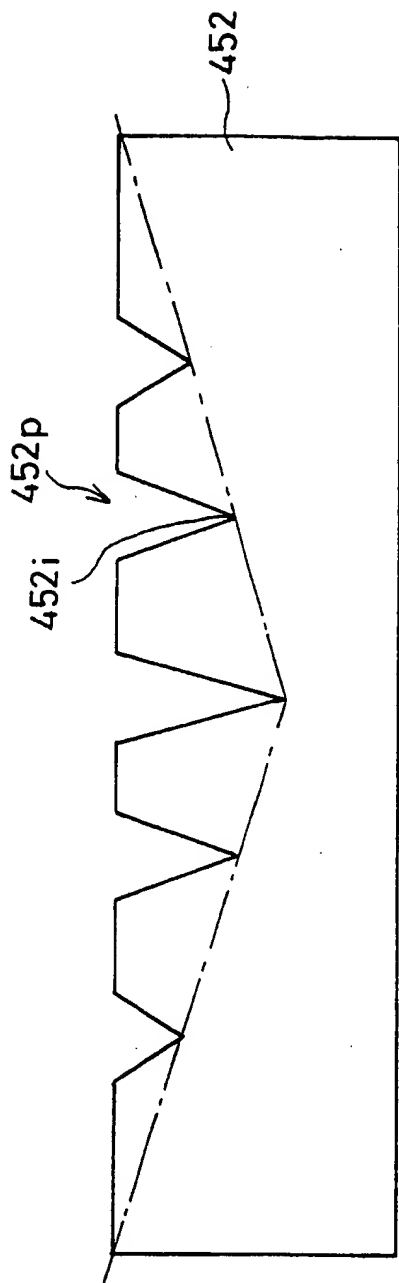
図 49



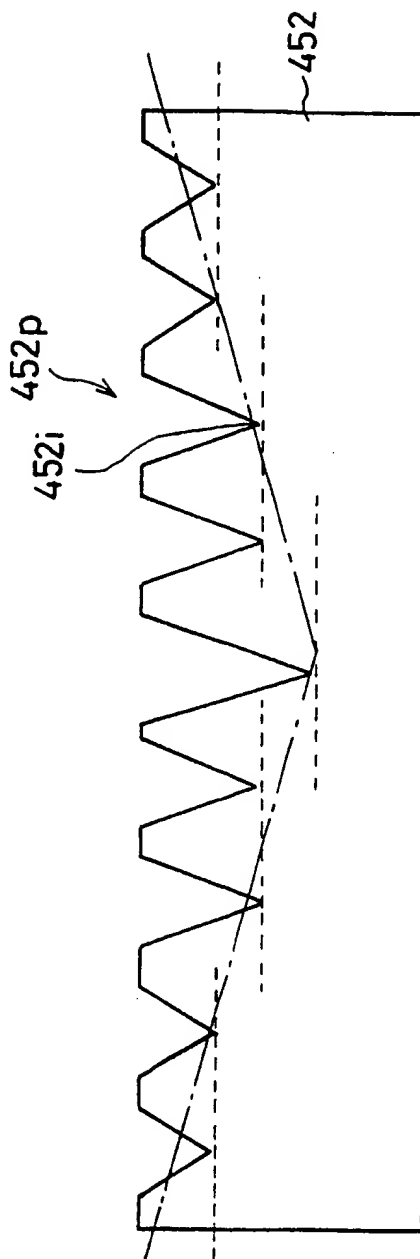
50/60



51(a)

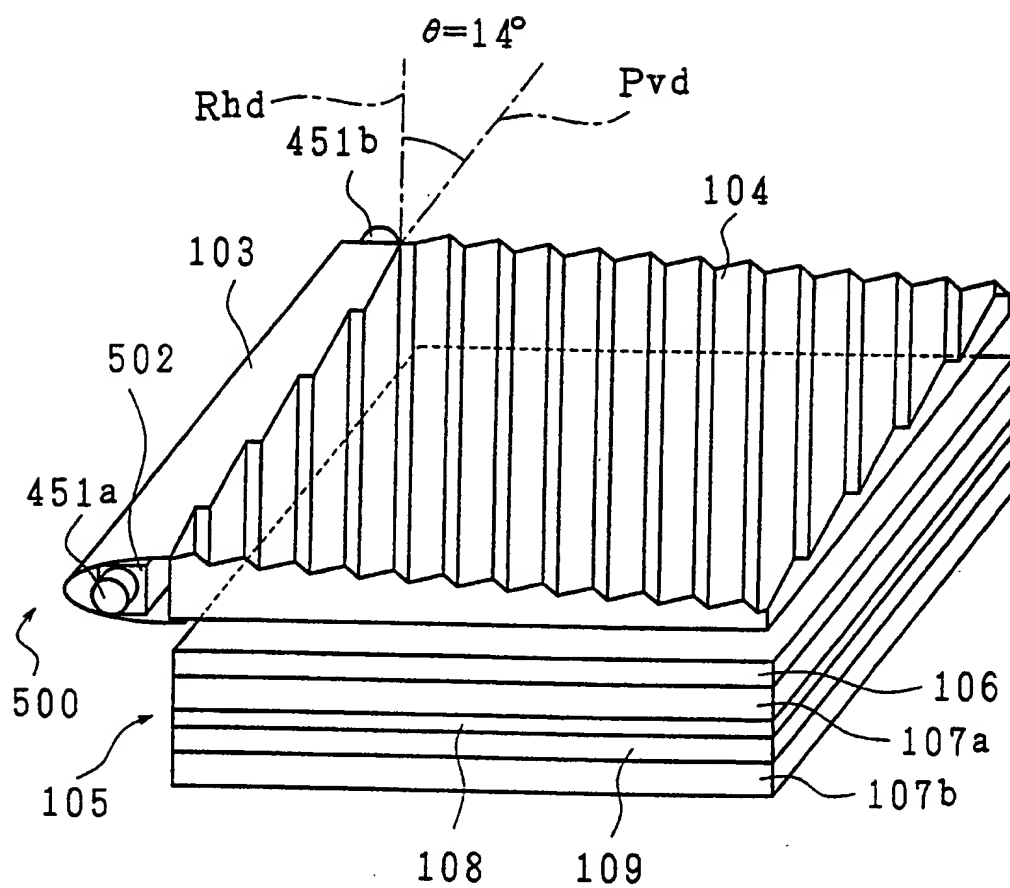


51(b)



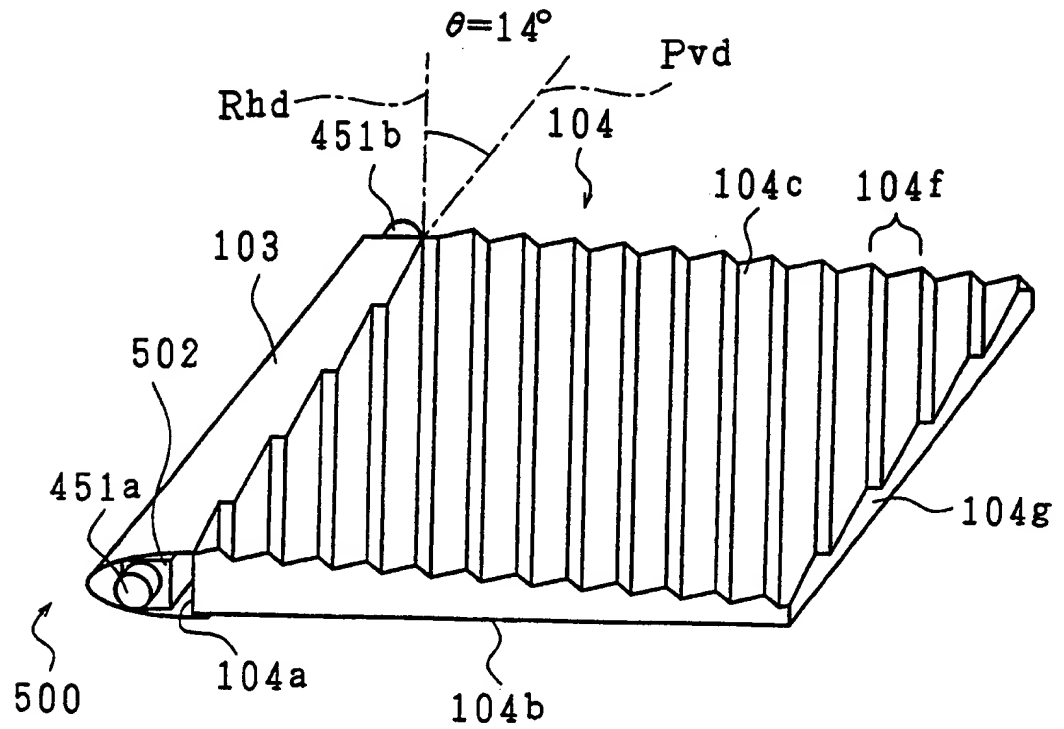
52/60

52

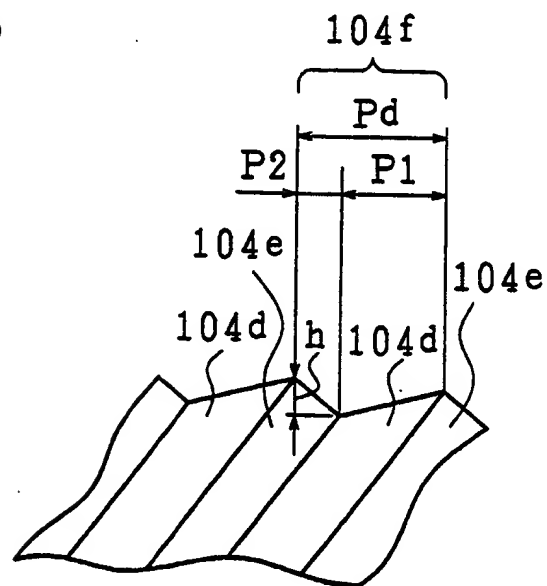


53/60

53 (a)

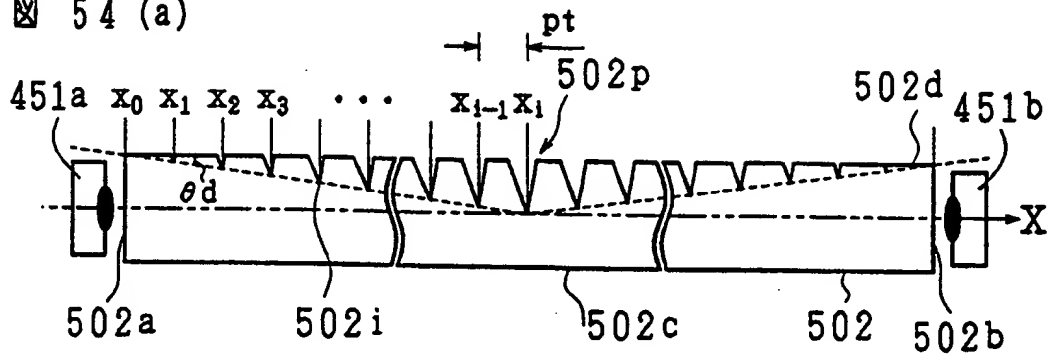


53 (b)

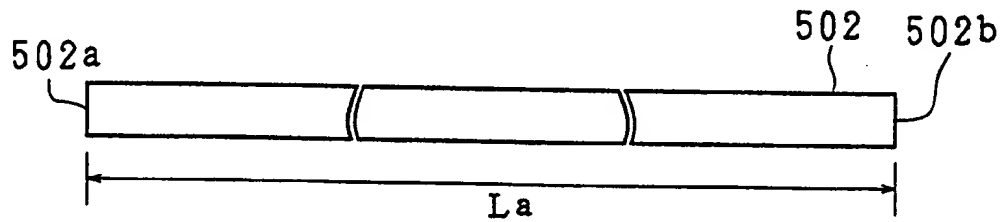


54/60

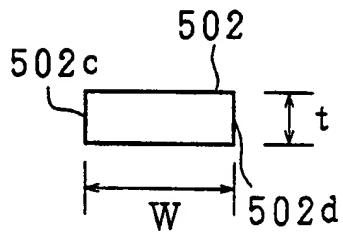
54 (a)



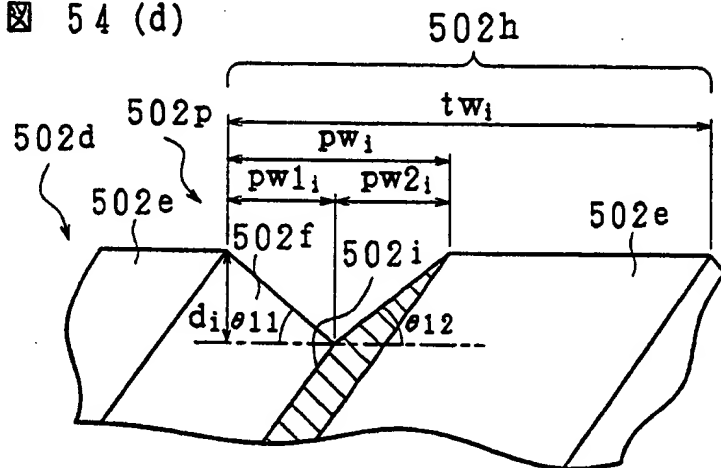
54 (b)



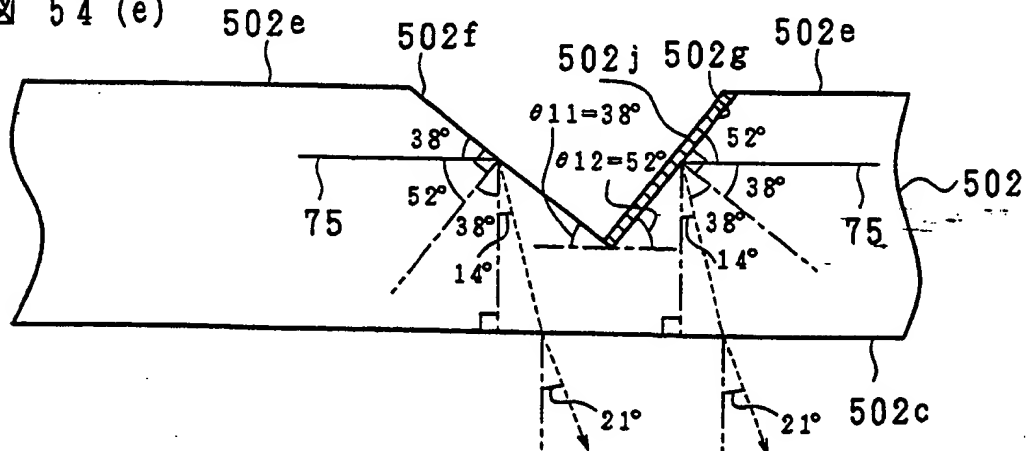
54 (c)



54 (d)

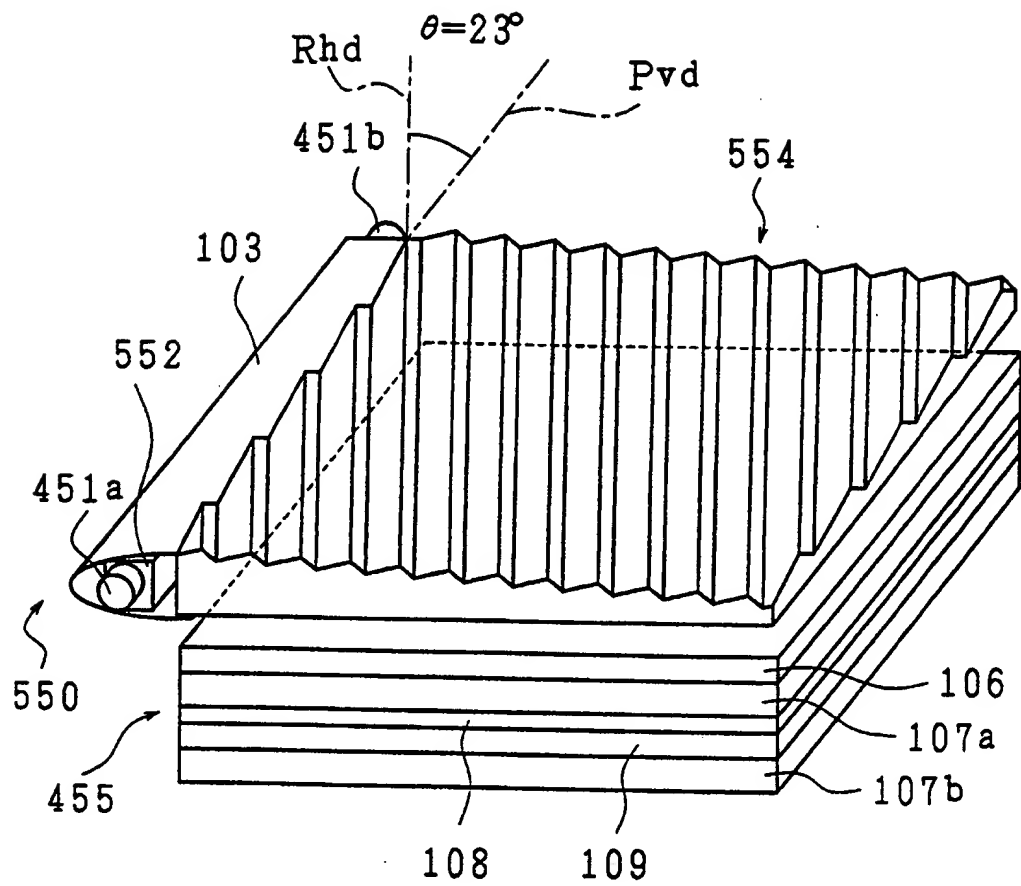


54 (e)



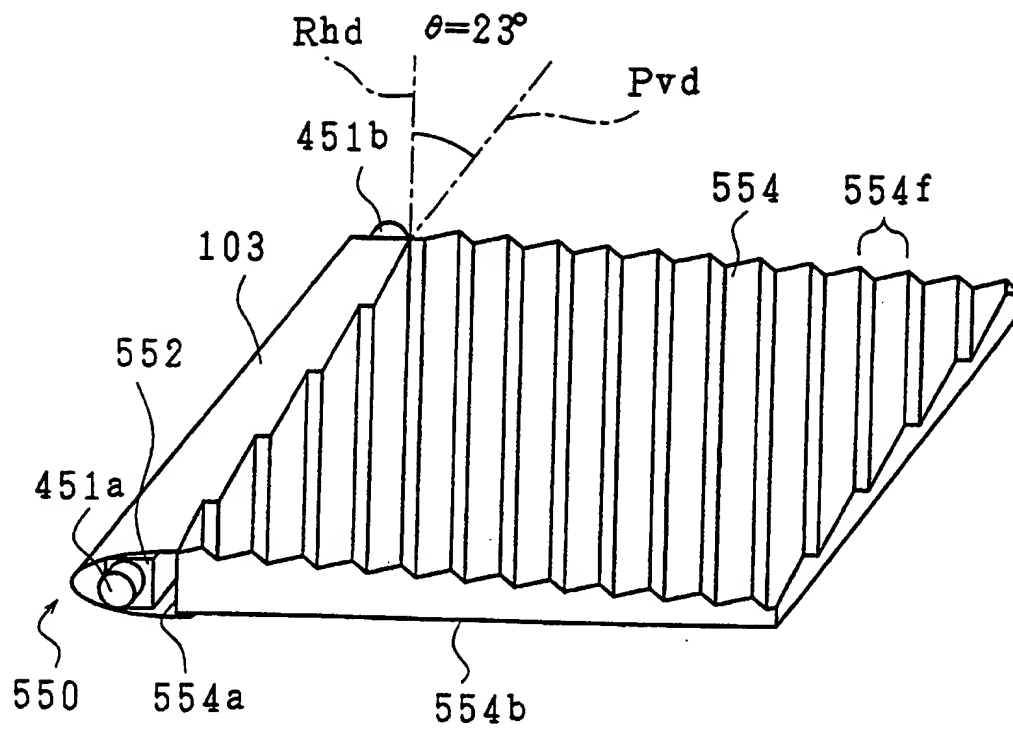
55/60

55

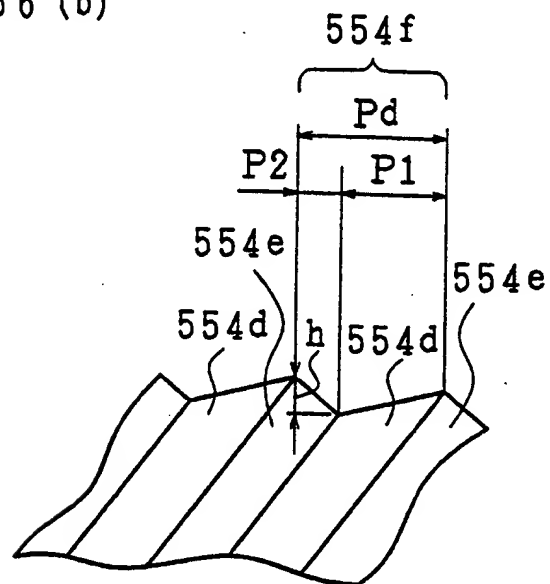


56/60

56 (a)



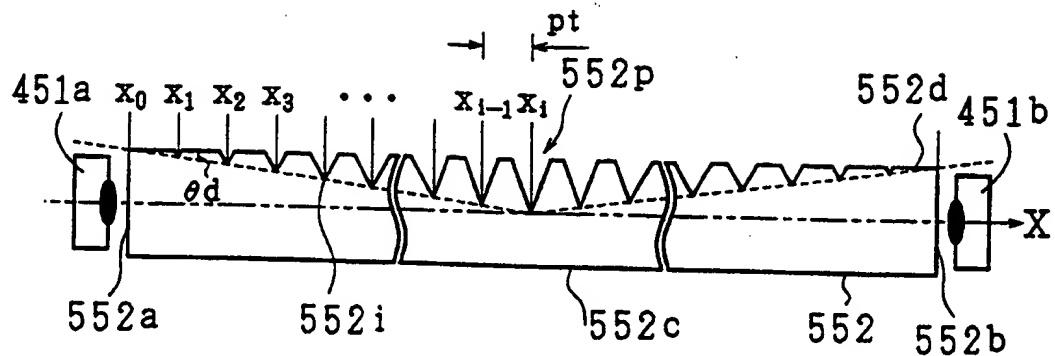
56 (b)



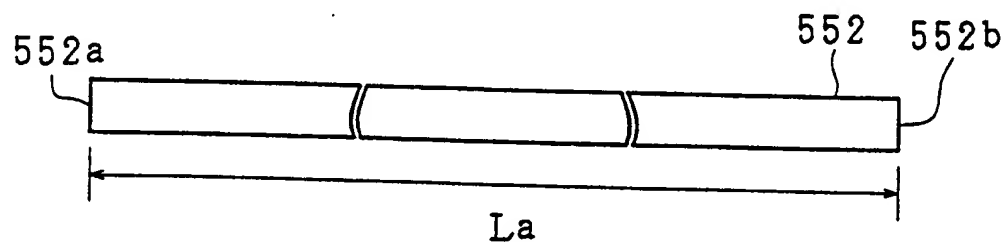


57/60

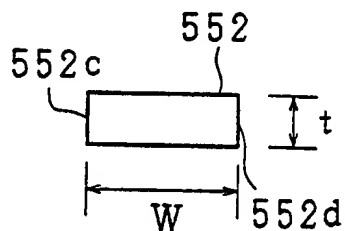
57 (a)



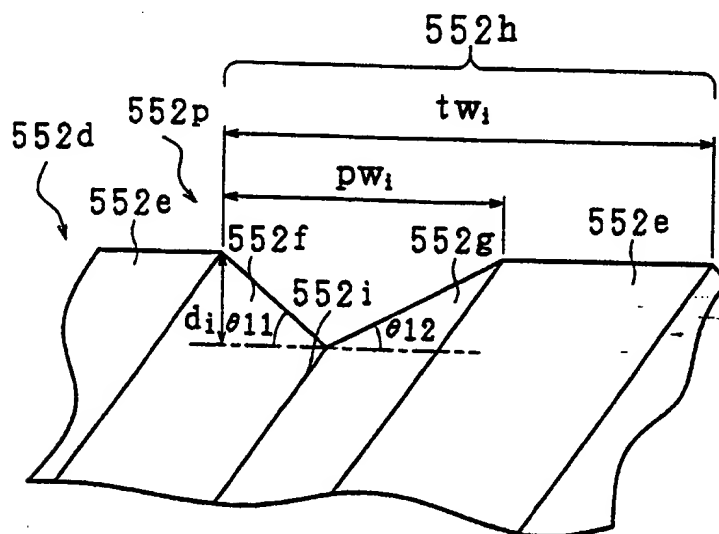
57 (b)



57 (c)

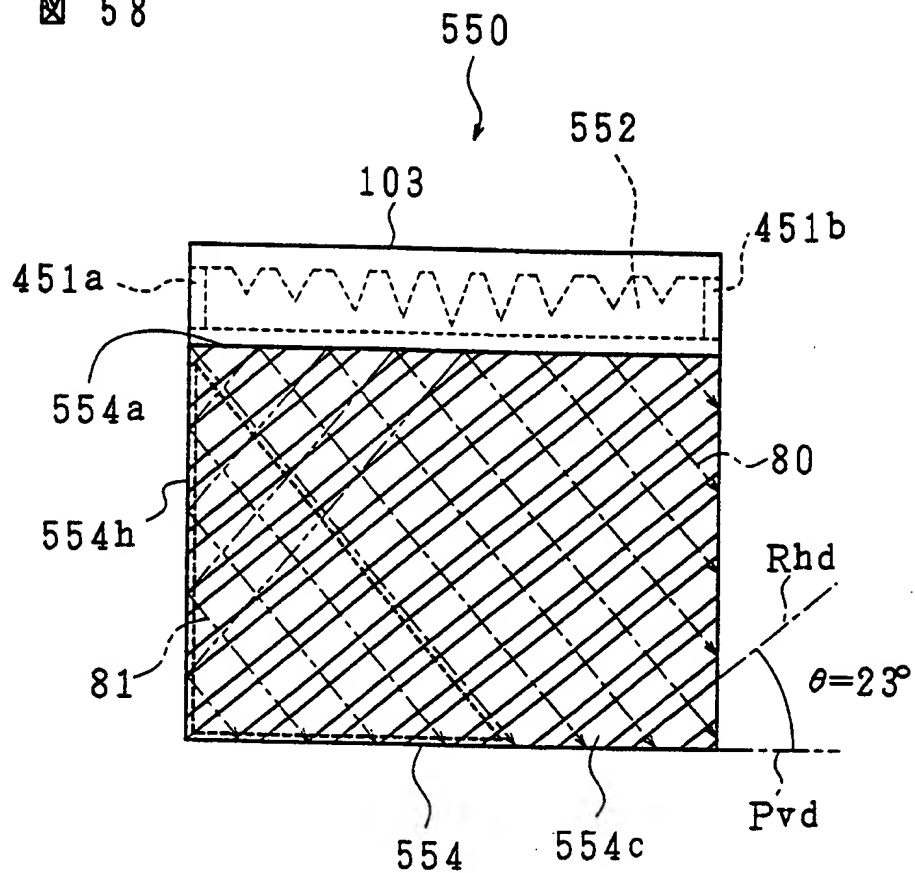


57 (d)



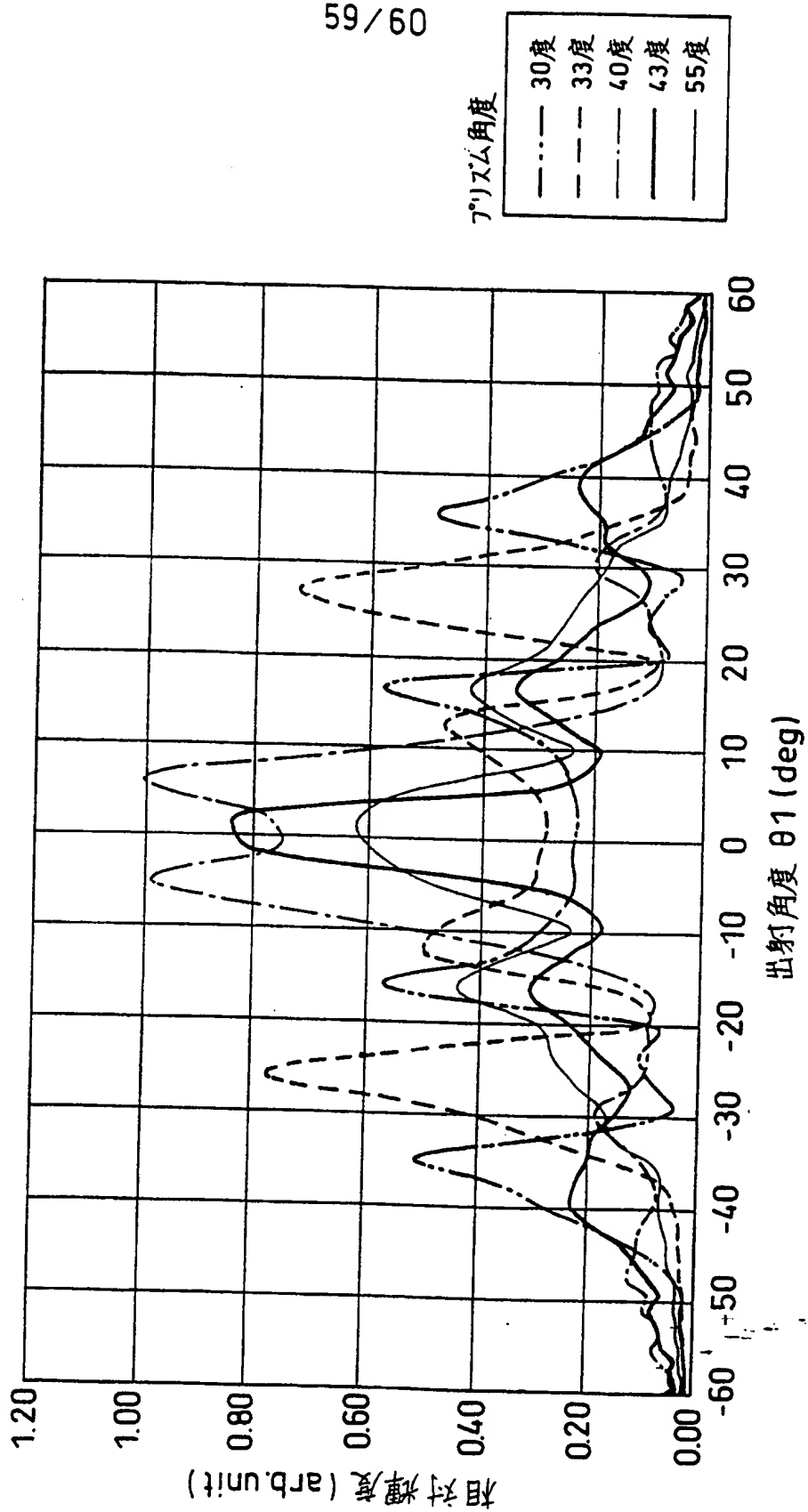
58/60

58

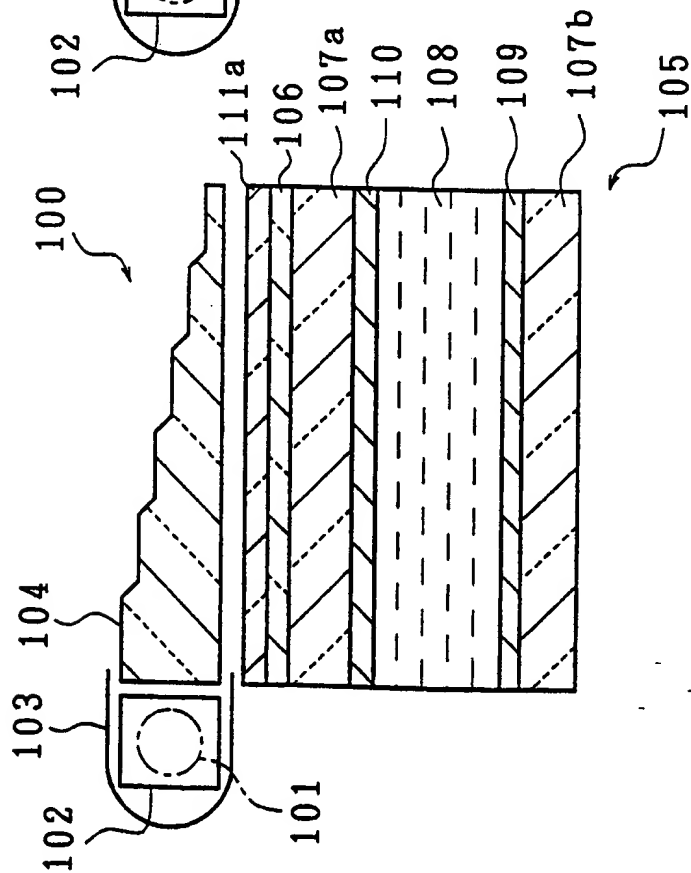


59/60

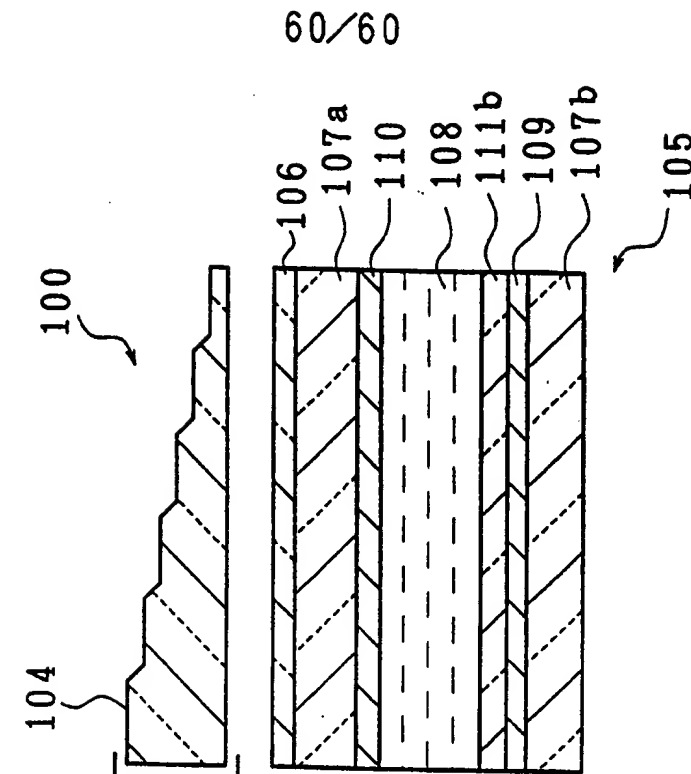
図 59



60 (a)



60 (b)



60/60

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/06548

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC C17 F21V 8/00, G02F 1/1335

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC C17 F21V 8/00, G02F 1/1335

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
 Jitsuyo Shinan Koho 1940-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000  
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP, 866264, A1 (SEIKO EPSON CORPORATION),	1, 3, 9, 16, 30
Y	23 September, 1998 (23.09.98),	10, 11, 32-33
A	Full text; Fig. 3	2, 4-8, 12-15,
	& JP, 10-260405, A & CN, 1197934, A	17-20
Y	JP, 9-160032, A (OMRON CORPORATION),	10, 24, 26-27,
	20 June, 1997 (20.06.97),	32-33
X	Full text (Family: none)	21-23, 30
Y	JP, 10-283817, A (OMRON CORPORATION),	11
	23 October, 1998 (23.10.98),	
	Full text (Family: none)	
Y	US, 5808708, A (Sharp Kabushiki kaisha),	24
A	15 September, 1998 (15.09.98),	25
	Full text	
	& JP, 8-201809, A	
Y	JP, 3048369, U (Chin Ko),	26-27
A	06 May, 1998 (06.05.98),	25
	Full text (Family: none)	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to
"A" document defining the general state of the art which is not	understand the principle or theory underlying the invention
considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
"E" earlier document but published on or after the international filing	considered novel or cannot be considered to involve an inventive
date	step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
cited to establish the publication date of another citation or other	considered to involve an inventive step when the document is
special reason (as specified)	combined with one or more other such documents, such
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other	combination being obvious to a person skilled in the art
means	"&" document member of the same patent family-
"P" document published prior to the international filing date but later	
than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
04 February, 2000 (04.02.00)

Date of mailing of the international search report  
29 February, 2000 (29.02.00)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/06548

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E,X E,A	EP, 969311, A1 (Minebea Co., Ltd.), 05 January, 2000 (05.01.00), page 3, Column 4, lines 36 to 50; page 7, Column 11, line 56 to Column 14, line 2; Fig. 8 & JP, 2000-11723, A	34-40, 42-43 41
A	JP, 7-287126, A (Kabushiki Kaisha HKS), 31 October, 1995 (31.10.95), Full text (Family: none)	28-29
A	EP, 556606, A1 (SEKISUI KAGAKU KOGYO), 25 August, 1993 (25.08.93), Full text & JP, 5-203950, A	31
Y	JP, 9-311333, A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 02 December, 1997 (02.12.97), page 2, Column 1, line 38 to Column 2, line 12; Fig. 1 (Family: none)	32-33
A	JP, 2000-19330, A (Fujitsu Kasei K.K.), 21 January, 2000 (21.01.00), Full text (Family: none)	31-33

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

IPC C1' F21V 8/00、G02F 1/1335

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

IPC C1' F21V 8/00、G02F 1/1335

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1940-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2000年

日本国登録実用新案公報 1994-2000年

日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	EP, 866264, A1 (SEIKO EPSON CORPORATION) 23. 9月. 1998 (23.09.98) 全文, 第3図 & JP, 10-260405, A & CN, 1197934, A	1, 3, 9, 16, 30 10, 11, 32-33 2, 4-8, 12-15, 17-20
Y X	JP, 9-160032, A (オムロン株式会社) 20. 6月. 1997 (20.06.97) 全文 (ファミリーなし)	10, 24, 26-27, 32-33 21-23, 30
Y	JP, 10-283817, A (オムロン株式会社) 23. 10月. 1998 (23.10.98) 全文 (ファミリーなし)	11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04.02.00

国際調査報告の発送日

29.02.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

今関 雅子

3X

9529

電話番号 03-3581-1101 内線 3371

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	US, 5 8 0 8 7 0 8, A (Sharp Kabushiki kaisha) 15. 9月. 1998 (15.09.98) 全文 & JP, 8-201809, A	24 25
Y A	JP, 3048369, U (陳 興) 6. 5月. 1998 (06.05.98) 全文 (ファミリーなし)	26-27 25
E, X E, A	EP, 969311, A1 (Minebea Co., Ltd.) 5. 1月. 2000 (05.01.00) 第3頁第4欄36行-50行, 第7頁第11欄56行-第14欄2行, 第8図 & JP, 2000-11723, A	34-40, 42-43 41
A	JP, 7-287126, A (株式会社エッチ・ケー・エス) 31. 10月. 1995 (31.10.95) 全文 (ファミリーなし)	28-29
A	EP, 556606, A1 (SEKISUI KAGAKU KOGYO) 25. 8月. 1993 (25.08.93) 全文 & JP, 5-203950, A	31
Y	JP, 9-311333, A (松下電器産業株式会社) 2. 12月. 1997 (02.12.97) 第2頁第1欄38行-第2欄12行, 第1図 (ファミリーなし)	32-33
A	JP, 2000-19330, A (富士通化成株式会社) 21. 1月. 2000 (21.01.00) 全文 (ファミリーなし)	31-33